

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra konstruování a výrobních strojů

**Nasazení metod technické diagnostiky
pro objektivizaci technického stavu
stavebních strojů**

Application Methods of Technical
Diagnostics for Objectification of
Technical Quality of Construction
Machines

Student:
Vedoucí práce:

Jakub Brojáč
Ing. David Šeděnka

Ostrava 2020

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání bakalářské práce

Student: **Jakub Brojáč**

Studijní program: B2341 Strojírenství

Studijní obor: 2301R023 Technická diagnostika, opravy a udržování

Téma: Nasazení metod technické diagnostiky pro objektivizaci technického stavu stavebních strojů

Application Methods of Technical Diagnostics for Objectification of Technical Quality of Construction Machines

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

V rámci bakalářské práce se zabývejte problematikou technické diagnostiky stavebních strojů. Rozeberte tuto problematiku, navrhnete a zvažte vhodné metody pro sledování jejich technického stavu. Popište přístrojovou techniku a softwarové nastavení pro tuto aplikaci. Proveďte potřebná měření a vyhodnocení naměřených dat.

V rámci zadání zpracujte:

1. Rešerši a analýzu dané problematiky.
2. Ideově technický návrh řešení dané problematiky.
3. Zpracujte aplikaci na daný objekt.
4. Proveďte konkrétní vyhodnocení.

Podrobnější specifikaci zadání nebo jeho úpravy provede vedoucí práce.

Rozsah práce min. 35 stran textu.

Seznam doporučené odborné literatury:

HELEBRANT, F., ZIEGLER, J., MARASOVÁ, D. *Technická diagnostika a spolehlivost I - Tribodiagnostika*. 1. vydání, Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2001, 158 s. ISBN 80-7078-883-6

JENČÍK, J. – VOLF, J. A KOL.: *Technická měření*. ČVUT v Praze 2003, 212 s., ISBN 80-01-02138-6

HELEBRANT, F. – ZIEGLER, J.: *Technická diagnostika a spolehlivost II – Vibrodiagnostika*. VŠB – TU Ostrava, Ostrava 2004, 1. vydání, 178 s., ISBN 80 – 248 – 0650 – 9.

TŮMA, J.: *Zpracování signálů získaných z mechanických systémů užitím FFT*. Sdělovací technika Praha 1997, 174 s., ISBN 80-901936-1-7.

KREIDL, M., ŠMÍD, R.: *Technická diagnostika*. BEN – technická literatura, Praha 2006, 1.vydání, 408s.,

ISBN 80-7300-157-6

KREIDL, M. a kol.: *Diagnostické systémy*. ČVUT v Praze, Praha 2001, 352 s., ISBN 80-01-02349-4

BLATA, J. – Juraszek, J. *Metody technické diagnostiky, teorie a praxe. Metody diagnostyki technicznej, teoria i praktyka*. Ostrava: REPRONIS, s.r.o., 2013, 133 stran, ISBN 978-80-248-2997-5

Podkladové materiály - ADASH s.r.o., Brüel Kjaer, SKF Ložiska a.s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

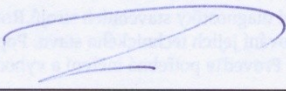
FS_SME_05_003 *Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce* Ostrava: Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava, 2018. 20 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

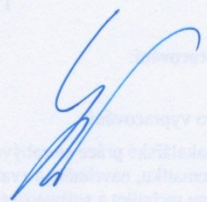
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Šeděnka**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020


doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 17. 5. 2020

..... *Jakub Buják*

Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou*) práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské*) práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato bakalářská*) práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 17.5.2020


.....
Podpis studenta

Anotace bakalářské práce

Brojáč, J. *Nasazení metod technické diagnostiky pro objektivizaci technického stavu stavebních strojů*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2020, 65 stran. Vedoucí práce: Ing. David Šeděnka.

Tato bakalářská práce se zabývá použitím metod technické diagnostiky, konkrétně nasazením metod tribodiagnostiky na stavebních strojích od firmy „Miroslav Chybík s.r.o“. V teoretické části práce se zabývám seznámením s firmou, následně se zaměřuji teoretickou problematikou technické diagnostiky a základními informacemi o stavebních strojích. Cílem praktické části je provedeno vyhodnocení technického stavu stavebních strojů prostřednictvím tribodiagnostických metod.

Klíčová slova: Tribodiagnostika, technický stav, stavební stroje, hydraulický olej.

Annotation of bachelor thesis

Brojáč J. *Application Methods of Technical Diagnostics for Objectification of Technical Quality of Construction Machines: Bachelor thesis*. Ostrava: VŠB – Technical university Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2020, 65 p. Thesis head: Ing. David Šeděnka.

The bachelor thesis deals with the method of technical diagnostics, which using the method of tribodiagnosics on construction machinery from the company "Miroslav Chybík s.r.o". In the theoretical parts of the work with a focus on search, focusing on the theoretical issues of technical diagnostics and basic information about construction machinery. We assume that it is possible to check static machines using tribodiagnostic methods.

Keywords: Tribodiagnosics, technical condition, construction machinery, hydraulic oil.

Rád bych poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Davidovi Šeděnkovi za jeho odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi věnoval v průběhu zpracování bakalářské práce.

Také bych rád poděkoval firmě Miroslav Chybík s.r.o, díky které mohla vzniknout praktická část. Velké poděkování patří také mé rodině a přátelům, kteří mi byli po celou dobu studia oporou.

OBSAH

ÚVOD.....	11
1 PŘEDSTAVENÍ FIRMY MIROSLAV CHYBÍK S.R.O.....	12
2 TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA.....	14
2.1 Metody technické diagnostiky	15
2.2 Jiné metody a postupy	16
2.2.1 Vanova křivka.....	16
3 TRIBODIAGNOSTIKA.....	18
3.1 Techniky pro zjištění technického stavu strojních zařízení	18
3.1.1 Metody pro stanovení koncentrace otěrových kovů	18
3.1.2 Metody pro hodnocení morfologie a distribučního rozdělení částic kovů	19
3.2 Techniky sledování degradace samostatného maziva.....	19
3.2.1 Správný postup odběru vzorků	19
3.3 Tribodiagnostické zkoušky	20
3.3.1 Kinematická viskozita.....	20
3.3.2 Obsah vody	22
3.3.3 Číslo kyselosti.....	23
3.3.4 Gravimetrie	24
3.3.5 Kód čistoty – měření množství a velikosti nečistot	25
3.3.6 Spektrální analýza.....	26
3.3.7 Spektrální analýza mazacích olejů.....	27
4 TEORIE STAVEBNÍCH STROJŮ.....	29
4.1 Základní rozdělení skupin stavebních strojů a zařízení	30
4.1.1 Stroje pro zemní práce	30
4.1.2 Stroje pro inženýrské práce.....	30
4.1.3 Prostředky na dopravu a manipulaci s materiálem	31
4.2 Rozbor (popis) pracovních strojů na stavbách	31
4.2.1 Dozery.....	31
4.2.2 Nakladače.....	32
4.2.3 Skejpry	33
4.2.4 Grejdry	34
4.2.5 Dampry	35

5	RÝPADLA.....	36
5.1	Lopatová rýpadla.....	36
5.1.1	Mikrorýpadla a minirýpadla	36
5.1.2	Malá rýpadla	37
5.1.3	Střední rýpadla.....	37
5.1.4	Velká rýpadla.....	37
5.2	Rýpadla na traktorovém podvozku	37
5.3	Rýpadla na automobilovém podvozku.....	39
5.4	Ostatní rýpadla	39
6	ZPRACOVÁNÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	40
6.1	Hydraulický olej.....	40
6.2	Klasifikace hydraulických olejů:.....	41
6.3	Zjišťování stavu maziva	41
6.3.1	Průběh odběrů vzorků:.....	42
6.4	Diagnostikované hydraulické oleje (náplně).....	42
6.4.1	Hydraulický olej Paramo OT-HP3	42
6.4.2	Hydraulický olej CAT HYDO ADVANCED	43
6.4.3	Hydraulický olej AMBRA HYDROSYSTEM 46 HV	43
6.5	Diagnostikované stavební stroje	44
6.5.1	Caterpillar 444F2	44
6.5.2	Caterpillar 432F2	46
6.5.3	Caterpillar 432E.....	47
6.5.4	New Holland LB110 B+C	49
6.5.5	New Holland B110B.....	51
6.5.6	MAN TGS 35.480.....	52
6.6	Vyhodnocení výsledků.....	54
6.6.1	Caterpillar 444F2	54
6.6.2	Caterpillar 432F2	55
6.6.3	Caterpillar 432E.....	56
6.6.4	New Holland LB 110B	57
6.6.5	New Holland LB 110 B+C	59
6.6.6	MAN TGS MAN TGS 35.480.....	60
7	ZÁVĚR	62

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	63
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ.....	65
SEZNAM TABULEK.....	66
SEZNAM OBRÁZKŮ	67
SEZNAM PŘÍLOH.....	68
PŘÍLOHY	69

ÚVOD

Stavební průmysl nese významnou historii již od počátku světa. Bez historických staveb si nelze představit dnešní svět. Je důležité vzít v potaz, že při téměř žádné stavbě se neobejdeme bez příslušné techniky. S narůstající populací a zvýšenými požadavky se bez stavebních strojů a stavebního průmyslu nelze v soudobém světě obejít.

Už v minulosti měli lidé potřebu si namáhavou práci usnadňovat všemožnými způsoby. Jako prvopočátek stavebních strojů můžeme považovat využití síly domácích zvířat. Sílu domácích zvířat později nahradil vynález parního stroje. Další vývoj pracovních strojů byl ovlivněn stavbami tehdy nejdůležitější pracovní sítě, vodních cest. S postupným vývojem budování železniční sítě dostal vývoj techniky ohromný skok, jelikož byla možná přeprava po železniční trati a také zvýšená schopnost pracovat s větší zátěží. Mezi následující ohromný vývojový mezník v konstrukci stavebních strojů můžeme zařadit výstavbu vozovek a dopravních systémů. Se zvyšováním náročnosti staveb byly kladeny stále zvyšující se nároky na vyšší výkonnost stávajících strojů a zároveň vynalézání nové, dokonalejší techniky. Dominantou se staly nejrůznější typy rýpadel všech velikostních kategorií související zejména s přemísťováním obrovského množství zeminy. S vynálezem pásových dopravníků se revolučně změnil způsob konstrukce rýpadel a fyzická činnost lidí byla výrazně odlehčena.

S vynálezem naftového motoru došlo nejen k nahrazení parního pohonu, ale také ke zmenšení stroje a pohonné jednotky, což mělo vliv na snížení počtu obsluhy jednotlivého stroje. Vynález naftového motoru měl výrazný vliv na budoucnost širokého spektra techniky a stále nachází uplatnění i v dnešní moderní době [3].

Nejmodernější stavební stroje nesou základy z 2. poloviny 20. století a jejich odlišnosti spočívají především v designových změnách a mechanickém vývoji pohonných jednotek. Tuto techniku je nutno udržovat v provozuschopném stavu za pomoci různých diagnostických metod, které začaly vznikat zejména v 2. polovině 20. století [3], [10].

Stavební stroje jsou mým zájmem již od dětských let. Už v dětství jsem obdivoval zemědělskou techniku a postupně se má vášeň rozšířila především k technice strojů vykonávající zemní práce. Po skončení studia na základní škole jsem se k technice více přiblížil prostřednictvím brigády, a proto jsem si ke svému vědeckému bádání vybral tuto problematiku, kdy jsem se za spolupráce s firmou Miroslav Chybík s.r.o. pokusil v praktické části bakalářské práce prověřit technický stav a případné opotřebení strojů

1 PŘEDSTAVENÍ FIRMY MIROSLAV CHYBÍK S.R.O.

Dle informací získaných na základě rozhovorů s vedením firmy Miroslav Chybík s.r.o. došlo k vytvoření této úvodní kapitoly.

Společnost Miroslav Chybík s.r.o. se zaměřuje na přípravné práce pro stavby, zemní a výkopové práce prováděné stavebními stroji, silniční motorovou dopravou nákladní – vnitrostátní doprava provozovaná vozidly nad 3,5 tuny celkové hmotnosti. Ve výjimečných případech provozuje firma i dopravu mezinárodní.

Miroslav Chybík datuje začátky společnosti na trhu práce již od roku 1995, kdy se aktivity zaměřovaly na silniční motorovou dopravu nákladní – vnitrostátní doprava provozovaná vozidly nad 3,5 tuny celkové hmotnosti, cíleně provozovány zdvihací zařízení - autojeřáby do o celkové hmotnosti 40 tun. V roce 2006 byly všechny aktivity převedeny na společnost Miroslav Chybík s.r.o. Aktuálně zaměstnává přes 35 zaměstnanců. Významnými oblastmi působení jsou části: Hlučínsko, Ostravsko, Opavsko. Jako referenci lze také uvést stavební práce na dálniční síti České republiky. Disponuje vozidly (počet kusů 22) a stroji (14 kusů) těchto kategorií – nákladní automobily sklápěcí, rýpadlo-nakladače, kolová rýpadla, rýpadla na pasovém podvozku. Od doby působnosti nasbírala letitou praxi a tisíce zkušenosti v oblasti stavebního průmyslu. Společnost spolupracuje ve stavební oblasti s významnými celosvětovými firmami, mezi kterými jsou např.: Eurovia CS a. s. - Závod Ostrava, Eurovia CS a. s. - Závod Zlín, Strabag a.s. odštěpný závod Morava – oblast Sever, COLAS CZ a.s, Metrostav a.s.



Obr. 1-1 Pohled na administrativní budovu a technické zázemí včetně dílen, [autor]



Obr. 1-2 Reprezentativní materiál společnosti Miroslav Chybík s.r.o., [autor]

2 TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA

K vytvoření této kapitoly použito literatury dle: [1], [6], [9]

Slovo diagnostika pochází z řeckého slova DIA-GNOSIS, které nese význam jako poznávání, rozeznávání či rozpoznávání. Diagnostika si klade za úkol určit skutečný stav strojů a také negativní příznaky u živých či neživých objektů. Diagnóza je vyhodnocení okamžitého technického stavu objektu a jeho provozuschopnosti. Zabývá se metodami a prostředky, jejímž cílem je zjištění technického stavu objektu.

Technickou diagnostiku můžeme považovat za obdobu diagnostiky lékařské, akorát s rozdílem zkoumat aktuální stav technických objektů. Technickou diagnostiku lze úzce spojit s lékařstvím, jelikož lékař má za úkol léčit, diagnostikovat stav pacienta, případně předepsat léky. U technických diagnostik je cíl obdobný, kdy se soustředíme na sledování technického stavu daného stroje, zjištění určitého opotřebení, vznikající vadu a včasné navrhnutí řešení problému, aby stroj mohl dále pracovat za stanovených podmínek.

Klasická technická diagnostika detektuje a lokalizuje poruchu. Moderní technická diagnostika se snaží zjistit již vznikající závady a umožňuje těmto závadám předcházet. Technická diagnostika je založena na citlivém měření, zpracování a vyhodnocení signálů z těchto měření.

Cílem diagnostiky je zajistit tyto nejdůležitější úkoly:

- **Detekce** – zjištění přítomnosti poruchy.
- **Lokalizace** – určení místa, vadné části nebo uzlu vznikající poruchy.
- **Specifikace** – stanovení příčiny vznikající poruchy, důvod vzniku poruchy.
- **Predikce** – určení prognózy zbytkové životnosti (času do nutné opravy) pro naplánování vhodného termínu opravy a zajištění potřebných logistických úkonů.

Kategorie provádění údržby:

- **Oprava po poruše** – je prováděna bez diagnostických nástrojů.
- **Metoda plánovaných preventivních oprav** – její řízení je časově předem stanoveno.
- **Systém diferencované proporcionální péče** – rozdělení strojních zařízení do skupin na základě důležitosti a vlastností.
- **Systém diagnostické údržby** – je prvním systémem využívající skutečný technický stav strojního zařízení.

- **Systém prognostické údržby** – navazuje na systém diagnostické údržby a je rozšířen o možnost predikce, tj. určení prognózy zbytkové životnosti.
- **Systém automatizované údržby** – využívá ve velké míře výpočetní techniku.
- **Systém totálně produktivní údržby** – jedná se o komplexní strategii, nástroj umožňující a podporující zlepšování stavu zařízení za účelem maximální efektivity a kvality výroby [1].

Zavedením technické diagnostiky můžeme získat několik výhod, mezi které patří např.: snížení nákladů souvisejících s včasnou diagnostikou a následnou opravou, prodloužení životnosti stroje, zesílení spolehlivosti a minimalizace zmetkovosti, snížení mechanických ztrát a případné přerušení výroby[9].

2.1 Metody technické diagnostiky

Použitím metod technické diagnostiky můžeme odhalit včasnou identifikaci vznikajících poruch, ale také zajistit správné fungování bezpečného, ekonomického a ekologického provozu zařízení.

Mezi nejdůležitější používané metody TD na základě literatury [1] a [6] řadíme:

- **Tribodiagnostika:** Věda o vzájemném působení pohybu, obsahující veškeré komplexní otázky tření, opotřebení a mazání strojů. Pomocí informací získaných z obsahu maziva zjistíme informace o stavu mazaných strojních součástí a také vlastnosti zkoumaného maziva, kapaliny.
- **Vibrodiagnostika:** Pomocí vibračního signálu, který je dále zpracován a analyzován vyhodnocujeme technický stav strojního zařízení/součástí. Sledováním a měřením vibrací rotujících strojů je základním cílem pro poskytnutí informací o provozním a technickém stavu
- **Termodiagnostika:** Metoda TD k určení povrchové teploty zkoumaných objektů. Zabývá se měřením teploty a teplotních obrazců. Pro měření lze využít řadu odlišných teploměrů a termokamer.
- **Akustická diagnostika:** Zabývá se měřením zvukových signálů. Rozborem akustického signálu lze určit běžná poškození strojů. Včasným zjištěním negativního hluku na lidský organismus lze předejít poruše stroje [17].
- **Elektrodiagnostika:** Jedná se o technickou diagnostiku elektrických zařízení. Zjišťujeme technický stav za pomoci nejrůznějších metod. Technickou diagnostiku lze také provádět pomocí jiných metod a postup pro objektivizaci technického stavu strojních zařízení. Pro objektivizaci lze použít rozličných diagnostických

metod. Z dvou různých metod můžeme dostat rozdílné výsledky. V případě kombinaci více než jedné metody hovoříme o multiparametrické diagnostice.

2.2 Jiné metody a postupy

Na základě literatury [1], [6] můžeme jiné metody zahrnout do řady metod a postupů pro objektivizaci technického stavu strojních zařízení a zároveň prodloužení jejich životnosti. Mezi tyto metody patří např:

- údržba strojních zařízení,
- provozní tvary kmitů,
- vyvažování,
- rezonance,
- ustavování,
- mazání, apod. [1].

2.2.1 Vanova křivka



Obr. 2-1 Vanova křivka průběhu opotřebení, [1]

Pomocí Vanovy křivky lze charakterizovat technický život, postupný průběh opotřebení v závislosti na čase. Popisuje okamžitou intenzitu poruch strojní součásti. Vanovou křivku rozdělujeme do 4 oblastí. U mnoha strojních součástí je intenzita poruch závislá na čase a na určité hodnotě. Vanova křivka je zase po nějakou dobu přibližně konstantní, poté

zase v dalších oblastech pomalu narůstá až do konce technického života. Na ose Y uvádíme velikost opotřebení, či projevy poruch strojní součásti. Osa X představuje výskyt poruch v časovém horizontu. Pomocí Vanovy křivky lze predikovat servisní zásah a předejít havárii [1], [6], [9].

3 TRIBODIAGNOSTIKA

K vytvoření této kapitoly použito literatury dle [1], [6], a [9].

Tribodiagnostika je vědní obor sloužící k objektivizaci technického stavu stroje prostřednictvím maziva. Jedná se o metodu bezdemontážní technické diagnostiky. U tribodiagnostiky považujeme mazivo jako médium. Z média lze získávat informace o změnách mechanického systému, u kterých je využito mazivo. Prostřednictvím odběru maziva můžeme také sledovat změny kvality samostatného maziva, čímž lze zabránit správnému časovému intervalu výměny. Úkolem je zjistit přítomnost cizích látek v médiu a vyhodnotit množství obsažených cizích látek, tvar a velikost. Pomocí výsledků z této metody lze určit příznaky opotřebení a poruchy strojního zařízení.

Tribodiagnostiku rozdělujeme na 2 základní části. Každá část má za cíl plnit podstatný úkol.

1. Sledování stavu opotřebení strojních zařízení
2. Sledování degradace samostatného maziva

3.1 Techniky pro zjištění technického stavu strojních zařízení

3.1.1 Metody pro stanovení koncentrace otěrových kovů

- atomová spektrofotometrie,
- atomová absorpční spektrofotometrie,
- atomová emisní spektrofotometrie,
- polarografie a voltametrie,
- metoda RAMO (rychlá analýza motorových olejů) – koncentrace čtyř základních prvků v mazivu [1], [6].

3.1.2 Metody pro hodnocení morfologie a distribučního rozdělení částic kovů

- Ferografie – částicová analýza s vyhodnocením:
 - feroskopickým (morfologie a chemické složení)
 - ferodenzimetrickým (distribuce vzhledem k velikosti) [1].

3.2 Techniky sledování degradace samostatného maziva

Jedná se o vyhodnocení fyzikálně-chemických parametrů maziva

Rozdělení aplikací následujících testů:

- kinematická viskozita,
- bod vzplanutí,
- obsah vody,
- číslo celkové alkality a kyselosti,
- kapková zkouška,
- celkové znečištění,
- mechanické nečistoty [6].

3.2.1 Správný postup odběru vzorků

Odebraný vzorek oleje má představovat průměrné složení existujícího (daného) oleje ve strojním zařízení. Odběr zásadně provádí odborně způsobilá osoba určená k odběru vzorku. Před samostatným odběrem vzorku musí být stroj minimálně 20 minut v činnosti (provozu). Prvním krokem správného postupu při odběru je odebrání v průměru 500 ml oleje do čisté nádoby, který následně nalijeme zpět do nádrže zařízení, kvůli nedokonalému promíchání a ohřátí na provozní teplotu. Po tomto úkonu (tzv. propláchnutí) přejdeme k samostatnému odběru vzorku oleje. Odběr se provádí do čistých a suchých vzorkovnic o obsahu 300 ml. Vhodným místem během odběru by měl být střed nádrže, naopak nedoporučuje se dno ani horní hladina v nádrži kvůli objektivizaci odebraného vzorku a případného výsledků. Po provedení těchto úkonů provedeme odběr do vzorkovnice 200-250ml oleje. Na vzorkovnici musíme uvést potřebné údaje:

- název stroje a číslo,

- mazané místo,
- druh maziva,
- datum odběru,
- jméno odborně způsobilé osoby,
- požadované rozbor [6], [1].



Obr. 3-1 Vzorkovnice s odebranými vzorky oleje, [autor]

3.3 Tribodiagnostické zkoušky

3.3.1 Kinematická viskozita

Viskozita patří mezi jeden z nejpodstatnějších údajů mazacích olejů, na jehož základě je prováděno rozdělení olejů. Obecně můžeme říci, že je to míra odporu tekutiny. Viskozita je vnímaná také jako tloušťka nebo odpor toku. Při tribodiagnostické zkoušce ji považujeme jako hlavní zkušební údaj mazacích olejů stanovující vnitřní tření maziva [1], [6].

Změna viskozity mazacího oleje může probíhat v průběhu provozu dvěma směry:

1. Zvyšování neboli narůst viskozity

- Zvyšování viskozity je způsobeno hlavně meziprodukty oxidační povahy, oxidací oleje a také znečištěním maziva nečistotami. Při zvýšení viskozity dochází k vyšším energetickým ztrátám a také k navýšení koeficientu tření, který způsobuje pomalejší chod stroje.

2. Snížování neboli pokles viskozity

- Pokles viskozity je způsoben především opotřebením mazacího oleje, který je určen na stanovený limit výměny. Také se může viskozita změnit záměnou oleje, či vniknutím paliva do olejové soustavy. Za opotřebení oleje lze považovat mechanickou a tepelnou degradaci aditiv v mazivu. Když je viskozita příliš nízká, dochází k vzniku mezního až suchého tření, což má za následek nadměrné opotřebení třecích ploch. V mezním stavu může dojít až k zadření třecích ploch [6], [13] .

Měření viskozity pomocí kapilárního viskozimetru

Před každým začátkem provádění měření je nutno zhomogenizovat odebraný vzorek oleje. Spodní část (spodní baňku) viskozimetru se naplňuje připraveným olejem v množství takovém, aby hladina oleje byla mezi ryskami. Poté je nutno sledovat temperováním oleje při teplotě 40 °C v lázni po dobu 30 minut. Po uplynutí této doby technik, provádějící měření začíná standardně z kapilárního viskozimetru odsávat vzduch. Pomocí podtlaku olej začne stoupat. V případě kdy olej vystoupne nad určenou rysku, vyskytující se nad horní částí (horní baňkou) viskozimetru, ukončuje technik odsávání. Jakmile hladina mazacího oleje klesá na horní rysku je nutno zapnout stopky. Po spuštění stopek následuje chvíle čekání do doby, než hladina klesne na rysku pod horní baňku. V tu dobu technik stopky zastaví. Pomocí naměřeného času provedeme výpočet viskozity pomocí vzorce: $\nu = c \cdot \pi \text{ [mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$.

Kde: c – konstanta viskozimetru

τ – doba průtoku oleje kapilárním viskozimetrem



Obr. 3-2 Kapilární viskozimetr, [autor]

3.3.2 Obsah vody

Obsah přítomností vody nebo její koncentrace zjišťujeme nejdříve jednoduchými kvalitativními zkouškami, jako jsou vizuální metody- protřepání oleje a následným zhodnocením. Dále pomocí prskací zkoušky až po destilační či Coulometrickou zkoušku, kterou jsem použil ve své praktické části měření odebraných vzorků.

Obsah přítomnosti vody v hydraulickém nebo mazacím oleji je nežádoucí z mnoha důvodů:

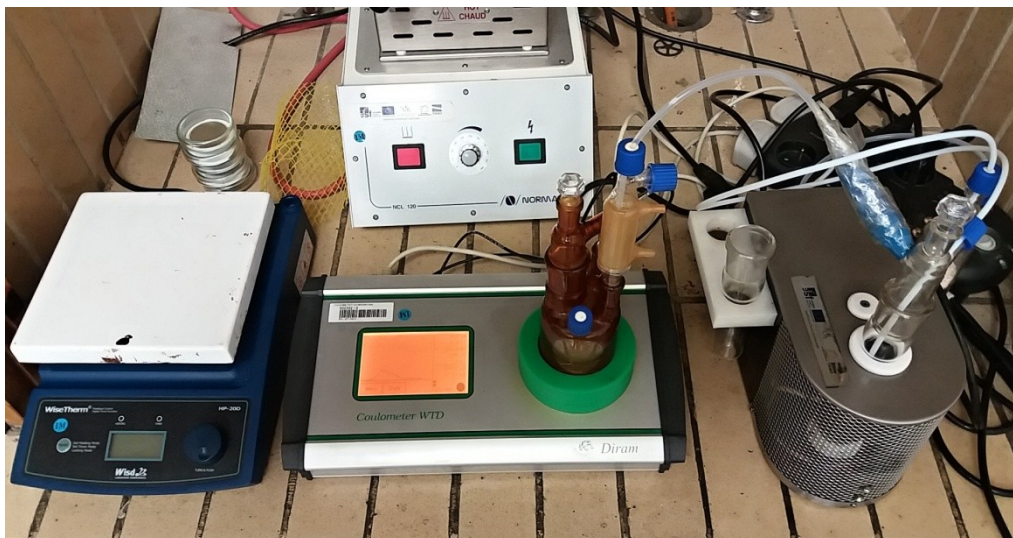
- zhoršení vlastností aditiv,
- podporuje tvorbu pění a emulzí v olejích,
- vytváří podporu korozi mazaných vlastností,
- snižuje oxidační stabilitu oleje,
- zvyšuje viskozitu oleje,
- vytváří tvorbu kalů [1], [6].

Obecně povolené množství obsahu vody souvisí s typem oleje a druhem použití. Množství vody v oleji by nemělo překročit 0,2 % hmotnostního obsahu vody.

Coulorimetrická zkouška

Metoda definována německým chemikem Karlem Fischerem, a určena normou ČSN 65 0330. Jedná se o stanovení stopové koncentrace množství vody v oleji. Jedná se o kvantitativní způsob stanovení množství vody.

Před uskutečněním zkoušky jsem odebral vzorek mazacího (hydraulického) oleje injekční stříkačkou. Injekční stříkačku jsem položil na váhu a následně zvažil, a opsal naměřenou hodnotu. Poté co bylo vše připraveno, aplikoval jsem vzorek do nádoby v pícce. Dále jsem pokračoval vyhodnocováním vzorku. Pomocí titrace jódu voda reagovala s jódem J_2 , který je uvolňován za pomoci průchodu elektrického proudu. Jód reaguje s vodou v poměru 1:1. Množství jódu, je nutné k reakci s vodou a k tomu potřebné množství elektrického náboje. Množství jódu určí koncentraci vody v oleji. K vyhodnocení a dokončení zadání z displeje odečteme hodnotu naváženého materiálu a tím zjistíme koncentraci vody v daném vzorku oleje. Toto měření jsem provedl 2x ke každému vzorku a výslednou hodnotu jsem zprůměroval [6].



Obr. 3-3 Coulometr, [autor]

3.3.3 Číslo kyselosti

Číslo kyselosti oleje je druh zkoušky, který souvisí se změnou, stárnutím a degradací oleje. Čím vyšší číslo kyselosti je, tím je více olej náchylný na korozivost a špatnou funkci oleje s nesprávnou viskozitou. Se zvýšeným číslem kyselosti vznikají v oleji organické kyseliny, u motorových olejů dochází ke vzniku minerálních kyselin, které jsou jako produkty spalování [6].

Měření metodou TAN (celkové číslo kyselosti)

Měření touto metodou je založeno na titraci kyselých sloučenin, obsažených ve zkoumaném vzorku, alkoholickým rozborem hydroxidu draselného (KOH). Metodika měření určena podle normy ČSN 65 6070. Použil jsem okolo 1 gramu zhomogenizovaného vzorku oleje, množství zhomogenizovaného oleje jsem si musel zvážit. Homogenizace probíhá před samostatným měřením, jde o předehtání vzorku na 40°C a 5 minutového protřepání na stroji. Zkouška se provádí volumetrickou titrací na barevný indikátor. Sledujeme množství spotřebovaného KOH (v miligramech) k neutralizaci všech kyselých složek ve vzorku. Titrační Coulometr se připojí k počítači. Pro zjištění kyselosti je nutno zadat hmotnost navážky v gramech. Po zadání těchto hodnot, program vyhodnotí celkové číslo kyselosti v mgKOH/g. Toto měření jsem provedl 3x ke každému vzorku a výslednou hodnotu jsem zprůměroval [6], [13].



Obr. 3-4 Stanovení čísla kyselosti – Coulometr WTK, [autor]

3.3.4 Gravimetrie

Tato kapitola je vytvořena především na základě literatury [5], [12].

Metoda prováděna pomocí gravimetrických filtrů, které jsou vysušovány a následně váženy. Filtry váženy do doby, dokud není rozdíl hmotnosti filtru po sobě jdoucím vážením menší než 4 desetiny miligramu [mg]. Dále filtr vložíme do přístroje a přes nálevku přelijeme 25 ml zhomogenizovaného vzorku oleje. Vzorek oleje je smíchaný s technickým benzínem v poměru 1:4. S podporou čerpadla dostaneme vzorek přes filtr, který po filtraci vyjmeme a vložíme do nádobky. S nádobkou určenou k odložení filtru vysušíme v peci. Následně provádíme vážení a vysoušení do doby potřebné k tomu, abychom dosáhli rozdílu hmotnosti filtru po sobě jdoucím vážením menší než 0,4 [mg].

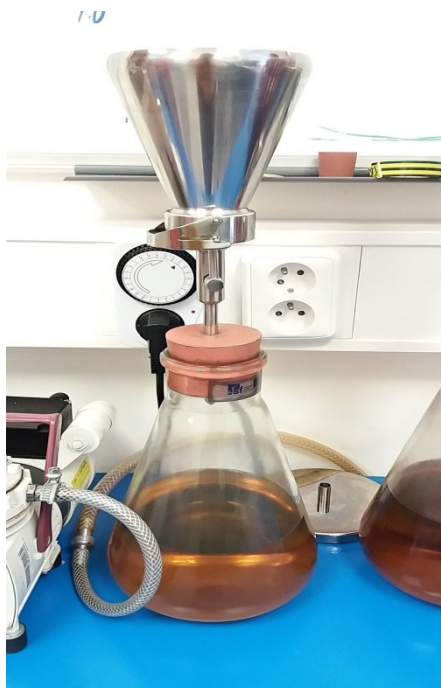
Určení množství nečistot v [mg] ve 100 [ml] vzorku získáme pomocí dosazení do vzorce:

$$\left(\frac{m_{fo} - m_f}{25} \cdot 100 \right) \cdot 1000$$

Kde:

m_{fo} – hmotnost filtru po filtraci [g]

m_f – hmotnost čistého filtru před filtrací [g], [6].



Obr. 3-5 Gravimetrické zařízení, [autor]

3.3.5 Kód čistoty – měření množství a velikosti nečistot

Touto zkouškou diagnostujeme množství a velikost pevných nečistot, ale také mechanické a jiné nečistoty. Zkouška probíhá přes mikroskop, kdy je přes něj pořízeno 35 snímků filtrů. Pomocí průchodu světla zjišťujeme množství a velikost mechanických nečistot. Po aplikaci těchto postupů, došlo k vizuálnímu hodnocení za pomoci softwaru Lammdasoft © 2007, společnosti Diram s.r.o.

Kód čistoty se řídí a vyhodnocuje dle normy ČSN ISO 4406. Pomocí této normy lze uvádět kód čistoty jak pro měření částic počítači anebo mikroskopy. Norma stanovuje metodu kódu používaného při definování pevných částic v kapalině používané v daném hydraulickém kapalinovém systému. Kód čistoty se vyjadřuje třemi čísly s oddělenými lomítky. Norma definuje počet částic v množství 1 [ml] oleje, [11].

Např.: kód čistoty 20/19/14

1. číslo uvádí počet částic větších než 4 [μm] v [1ml]
2. číslo uvádí počet částic větších než 6 [μm] v 1 [ml]
3. číslo uvádí počet částic větších než 14 [μm] v 1 [ml]



Obr. 3-6 Mikroskop, [autor]

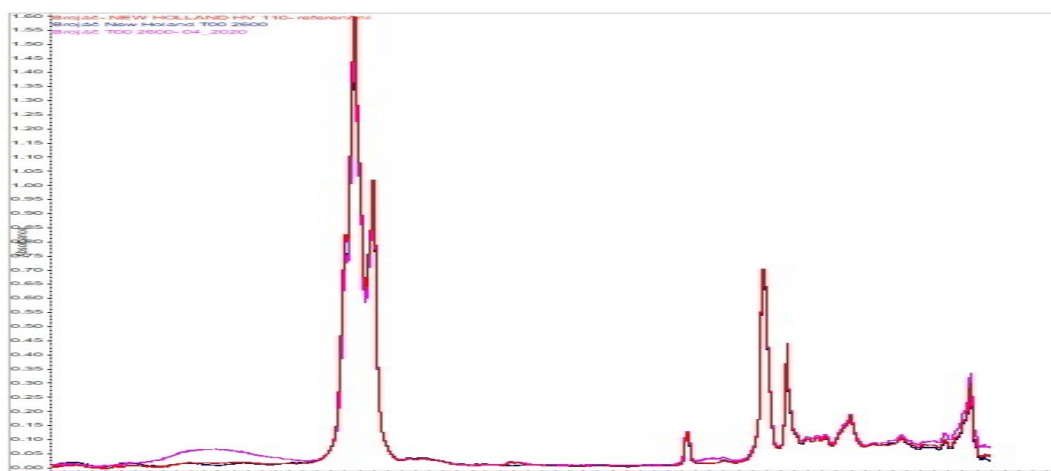
3.3.6 Spektrální analýza

Spektrální analýza je metoda nedestruktivní optické analýzy, která pomocí infračervené spektrometrie provádí a vyhodnocuje analýzu olejů. Spektrální analýzu řadíme do skupiny metod molekulové spektrometrie. V rámci měření probíhá interakce infračerveného záření s molekulami, nebo charakteristickými skupinami molekul daných látek v oleji, které způsobují jejich přeměnu na vyšší vibrační hladiny (absorpční spektrometrie). Dojde k pohlcení záření s určitými hodnotami energie a ve spektru dochází ke vzniku tzv. vibračních absorpčních pásů. Pomocí absorpčních pásů lze identifikovat většinu sloučenin.

V současné době využíváme z velké části spektrofotometrii s Fourierovou transformací (FT-IR). Metoda FTIR vyniká svými výhodami mezi které můžeme zařadit: vysokou světelnost, velkou rozlišovací schopnost, vysoký poměr signál k šumu, možnost měřit v širokém vlnočtovém rozsahu a velká rychlost záznamu [16].



Obr. 3-7 Infračervený spektrometr, [autor]



Obr. 3-8 Spektrální analýza, [autor]

3.3.7 Spektrální analýza mazacích olejů

Měření metodou ATR

Metodu ATR lze také nazvat jako techniku vícenásobného zeslabeného vnitřního odrazu. Technika je založená na odražení záření uvnitř krystalu selenidu zinečnatého. Na krystal je nanesen tenký film oleje, a přitom proniká do vzorku ve hloubce 1 až 2 μm . Měřený vzorek pohlcuje záření vlnových délek odpovídajících molekulárnímu složení vzorků. Většinou bývá 10-12 odrazů, které musí s nutností dodržet konstantní dráhy paprsku, zabezpečenou optickým uspořádáním. V případě, že není dodrženo konstantní dráhy paprsku, nemůžeme tuto metodu považovat za prakticky využitelnou [6].

Metoda se vyznačuje svou rychlostí, kdy během jedné minuty dokáže zjistit obsah zkoumaného vzorku. Pomocí této metody lze stanovit obsah oxidačních, nitrálních a sulfatačních produktů, pokles bazické rezervy, obsah vody a glykolů, úbytek antioxidačních, antikoročních a detergentních přísad. U spalovacích motorů můžeme zjistit obsah paliva a obsah karbonu zásadně u diesellových motorů [1].



Obr. 3-8-1 Přístroj na metodu ATR, [autor]

Energodisperzní rentgenový spektrometr

Technologie umožňuje nejjednodušší, nejpřesnější a vysoce ekonomické analytické metody pro stanovení více prvkové analýzy. Nedestruktivní spolehlivá metoda, vyžaduje pouze malou přípravu vzorků. Měření je rychlé a mezi jeho klady patří především vysoká citlivost. Zobrazuje prvky od sodíku až po uran podle potřeb.

Energodisperzní rentgenový spektrometr umožňuje vyspělé víceprvkové analýzy hlavních, ale i stopových koncentrací prvků. Měření je rychlé a zobrazuje prvky od sodíku po uran přesně podle potřeb. Má vysokou citlivost, přesnost a správnost měření [12], [7].



Obr. 3-8-2 Energodisperzní rentgenový spektrometr, [autor]

4 TEORIE STAVEBNÍCH STROJŮ

V případě, že se chceme něco dovědět o teorii stavebních strojů, je důležité na úvod definovat charakteristiku stavebního stroje. Maršál uvádí, že stavební stroj je charakterizovaný řadou údajů vypovídajících o jeho parametrech a nasazení na jeho konkrétní práci na staveništi [10].

Stavební stroje se již v minulosti staly nedílnou součástí našeho života. V minulosti lidé uvažovali, jak si těžkou práci usnadnit či přizpůsobit. Mezi první základní objevené stavební stroje patřilo ruční nářadí, jako byla: páka, klíny, kladka, nakloněná rovina, atd. S postupem času, se již na trh dostávaly první parní stroje, které se vyvíjely s postupnou náročností staveb a také se zvyšováním nároku na stavební práce. V průběhu několika let parní stroje, nebyly schopné zvládat stále zvyšující se požadavky na výkonnost stroje. Vynálezem dieselového motoru byly parní stroje nahrazeny stroji dieselovými. Dieselový motor přinesl mnoho výhod nejen v oblasti velikosti, výkonu stroje, ale také širokou škálu možností druhů stroje. Výrazným kladem byl fakt, že stroj není potřeba obsluhovat větším počtem lidí, jako to bylo u parních stroj, což můžeme považovat za obrovskou výhodu. Cílem mechanizace stavebních procesů je zavádění strojů, mechanismů a jiných strojních zařízení do výrobních procesů, kde stroje nahrazují lidskou sílu.

Stavební stroj se skládá z 3 základních částí: **pohon, převod, pracovní nástroj**. Motor je určen pro přeměnu různých druhů energií, např. na převod pohybové, mechanické a elektrické energie. Pracovní stroje mění energii dodanou hnacími stroji nebo člověkem na konkrétní práci prostřednictvím převodového zařízení [19]. U každého stavebního stroje bychom měli sledovat tyto základní údaje:

- typ stroje,
- technické údaje,
- teoretická výkonnost stroje,
- akční rádius,
- pracovní výkon stroje,
- hmotnost stroje,
- druh pohonu,
- rozměry stroje a příp. možnosti jeho přemístění,
- příslušenství stroje,
- ekonomické údaje [10].

Stupně mechanizace stavebních procesů jsou:

- **částečná mechanizace** – částečnou mechanizaci mechanizujeme pouze některé části výrobního procesu, ostatní části procesu se provádí ručně
- **komplexní mechanizace** – komplexní mechanizaci rozumíme všechny navazující operace ve výrobním procesu, které se vykonávají stroji a práce člověka je minimální, omezená na obsluhu
- **automatizace** – v automatizovaném procesu stroje pracují bez zásahu člověka, člověk slouží pouze jako kontrola nad snímacími a řídicími systémy [19].

Mechanizace stavebních procesů má za úkol:

- zvýšit produktivitu a výkonnost práce,
- zajistit snížení množství lidské práce,
- použitím mechanizace snížit výrobní náklady,
- zajistit ochranu a bezpečnost zdraví při práci,
- zvýšit kvalitu vykonané práce [10].

4.1 Základní rozdělení skupin stavebních strojů a zařízení

4.1.1 Stroje pro zemní práce

- rypadla,
- dozery,
- rozrývače,
- skrejpry,
- grejdry,
- zhutňovací technika,
- kompaktory [10].

4.1.2 Stroje pro inženýrské práce

- vrtací stroje,
- stroje pro skalní práce,

- stroje pro podzemní práce – protlačovací, propichovací zařízení,
- stroje pro stavbu inženýrských sítí,
- stroje na stavbu, opravu a údržbu komunikací, železničních svršků, stavbu tunelu apod. [10], [19].

4.1.3 Prostředky na dopravu a manipulaci s materiálem

- nákladní automobily a vozidla,
- prostředky kolejové dopravy,
- nakladače a vykladače,
- prostředky kontinuální dopravy – dopravníky, pneumatická doprava [10].

4.2 Rozbor (popis) pracovních strojů na stavbách

4.2.1 Dozery

Dozery neboli shrnovače jsou stroje pro zemní práce s cyklickým způsobem práce. Dozer je složen ze dvou základních částí - radlice zavěšené pomocí vzpěrných hydraulických ramen a přímočarých hydromotorů, který může být na kolovém nebo pásovém nosiči traktoru. Mezi základní pracovní funkce dozerů patří rozpojování, rozhrnování a přeprava stavebního materiálu. Základem stroje je traktor bez pracovního zařízení vybaven potřebnými montážními elementy pracovních zařízení, jako je např. rozrývač či naviják. **Na základě postavení radlice můžeme dozery rozdělit na několik druhů:**

- buldozery
- angldozery
- tiltdozery
- tridozery



Obr. 4-2 Dozer, [15]

4.2.2 Nakladače

Nakladače patří do skupiny strojů určené pro nakládání kusovitých a sypkých materiálů. Mohou být také využívány pro skalní práce. Jejich práce je cyklického charakteru, jedná se o mobilní stroje sloužící také k těžbě a transportu hornin. Při práci v terénu mohou tyto stroje využívat trakční i rypné síly hydraulicky ovládaného mechanismu a kinetickou energii stroje. V současné době podmínkám nejvíce vyhovují lopatové nakladače otočného a čelního typu. Mezi často používané druhy lopat lopatových nakladačů můžeme zařadit univerzální lopatu, lopatu na lehké hmoty, zubovou lopatu, lopatu s bočním vyklápěním a také lze umístit na čelní nakladač místo lopaty rypadlové zařízení a mnoho dalšího příslušenství usnadňující lidskou práci.

Nakladače můžeme rozdělit na jednotlivé druhy:

- kontinuálně pracující nakladače
 - korečkové,
 - pásové se šnekovým podavačem,
 - kolesové,
 - frézové,
 - šnekové.
- cyklicky pracující nakladače
 - lopatové
 - otočné,
 - čelní,
 - kloubové,
 - drapákové



Obr. 4-3 Nakladač, [15]

4.2.3 Skejpry

Skejpry neboli škrabáky jsou stroje pro zemní práce, především plošnou těžbu zemin, dále slouží k postupnému rozpojování, nakládání, přepravě a rozprostírání horniny. Patří do skupiny strojů s plošným způsobem práce. Skejpry můžeme považovat za univerzální stroje, jelikož zastanou práci až pěti zemních strojů. Tyto stroje dokážou rozpojovat a nakládat horninu, převážet horninu až do vzdálenosti přibližně 1,7 km, rozprostírat horninu v určité vrstvě a také ji dokážou zhutňovat. Základ stroje tvoří traktorový tahač a pracovním orgánem je korba, jejíž objem je základním parametrem skejpru. Dle Celjaka je korba v přední části opatřena po celé její šířce připevněným břitem. Korba skejprů je schopna rozpojovat horninu a zároveň ji převést na určitou vzdálenost. Celjak rozděluje skrejpry na tyto typy [2]:

- **skejpry vlečené (přívěsné):**
 - skrejpry s malou korbou,
 - skrejpry se střední korbou,
 - skrejpry s velkou korbou,
- skrejpry sedlové (návěsné),
- další modifikace skrejprů.

Skejpry s sebou přináší mnoho výhod a nevýhod. Mezi výhody můžeme zahrnout např.: multifunkčnost stroje, konstrukční jednoduchost a snadná ovladatelnost, při optimálních podmínkách dosahují velké výkonnosti a vyšší přesnosti. Mezi nevýhody můžeme zařadit např.: nemožnost se pohybovat po pozemních komunikacích v důsledku nadrozměrných parametrů, vysoké nároky na organizaci a provoz stavby a nemožnost těžby hornin s vysokým obsahem vody [2].



Obr. 4-4 Skejpr, [3]

4.2.4 Grejdry

Grejdry neboli srovnávače jsou traktorové stroje na kolovém podvozku s velkým rozvorem kol. Jsou opatřené radlicí, která je umístěna mezi přední a zadní nápravou a lze ji natáčet v rovině horizontální, naklánět, zvedat a vysouvat mimo stroj. Grejdry se používají především k přesnému dorovnání vrstev zeminy, k úpravě zemní pláně, k urovnání podkladních vrstev vozovek, ke svahování boků nízkých násypů a zářezů nebo k úpravám příkopů v lehce rozpojitelných zeminách. Tyto stroje lze využít i pro velmi přesné práce, jako jsou práce na letištích a dálnicích, kdy se používá laserový paprsek zajišťující téměř na milimetr přesnou rovinu. Mezi výhody těchto strojů můžeme zahrnout: mobilitu, schopnost urovnání povrchu do hladké plochy a možnost pracovat podél hran (obrubníky, zdi). Mezi nevýhody patří zejména omezená schopnost neboli využití pro jednu práci, zákaz pohybu po silnicích, pozemních komunikacích a nutnost přepravy na podvalníku v důsledku nadrozměrných parametrů stroje [2].



Obr. 4-5 Grejdr, [3]

4.2.5 Dampry

Dampry patří do skupiny strojů na kolovém nebo pasovém podvozku s vlastním pohonem, který je vybaven otevřenou korbou. Jejich využití spočívá v převozu hornin na kratší vzdálenosti především v terénu kamenolomu. Jedná o motorová vozidla s jednostrannou sklápěcí nástavbou, která může být sklápěna hydraulicky anebo samospádem. Dampry můžeme nejjednodušším způsobem rozdělit na dampr s tuhým rámem a dampr s kloubovým rámem. Mezi výhody těchto strojů můžeme považovat: vysokou nosnost na poměrně velkou vzdálenost v terénu, díky vyhřívané korbě může přepravovat materiály za jakýchkoli povětrnostních podmínek, pohyb po zpevněných i nezpevněných cestách a schopnost překonávání příkrých stoupání a klesání. Mezi nevýhody můžeme zahrnout omezení pohybu po běžných i dočasných komunikacích z důvodů vysoké provozní hmotnosti [3].



Obr. 4-6 Dampr, [3]

5 RÝPADLA

Rýpadla jsou ve stavební činnosti nejvíce rozšířenými stroji pro zemní práce. Rýpadla můžeme dělit do několika skupin a podskupin, které uvádím níže.

5.1 Lopatová rýpadla

Patří k nejrozšířenějším těžebním strojům s vlastním pohonem sloužícím k přemísťování a rozpojování hornin. Stejně jako např. nakladače nebo dozery pracují cyklickým způsobem pomocí pracovního zařízení bez nutnosti pojíždění v průběhu pracovního cyklu, což je dosaženo konstrukcí stroje, která umožňuje otáčení okolo vlastní osy o 360°. Na základě funkčního působení rozdělujeme rýpadla dle literatury [10] a [19] na:

- **Jednouúčelová rýpadla** – disponují stálým pracovním zařízením vykonávající stejný druh práce.
- **Víceúčelová neboli univerzální rýpadla** – disponují možností snadné výměny pracovního zařízení, jako je např.: závěsný hák, nakládací lopata, hloubková lopata, drapák, aj.

Rýpadlo je jako každý jiný stroj složeno z několika základních částí, mezi které můžeme zahrnout: podvozek, svršek, strojovna, kabina řidiče, výložník, násada a pracovní zařízení (lopata, hydraulické kladivo atd.). K základním funkčním pohybům hydraulických rýpadel patří: pojezd, otoč svršku, zdvih výložníku, ovládání zařízení, ovládání lopaty a otoč pracovního zařízení [3].

Rýpadla existují v mnoha velikostech a provedení a pro určení správného druhu je třeba vycházet z technických a technologických parametrů. Technické parametry stanovují hmotnost, energetickou náročnost a navržený objem lopaty, na jehož základě rozeznáváme třídy rýpadel na mikro, mini, malá, střední a těžká [10].

5.1.1 Mikrorýpadla a minirýpadla

Obecně je lze definovat jako druhy nejmenších rýpadel s dobře uplatnitelnými vlastnostmi, protože se vlezou i do omezených pracovních prostorů, mezi které patří i pracovní prostor uzavřený. Minirýpadla disponují vznětovým motorem, který zajišťuje pohon hydrogenerátorů. Podvozek minirýpadel je z velké části pásového charakteru, výjimkou však není podvozek kolový. Stabilitu minirýpadel zvyšuje přídatná radlice, s kterou lze

rozhrnout zeminu či jinou jemnou horninu na kratší vzdálenosti. Minirýpadla rozdělujeme podle hmotnostních kategorií:

- menší - < 2000 kg,
- střední - < 4000 kg,
- větší - > 4000 kg, [10].

5.1.2 Malá rýpadla

Obvykle se jedná o druh rýpadel na traktorovém podvozku nakladačů, motorové dopravní vozíky. Mají dvounápravové podvozky nebo podvozek se dvěma pásy. Tyto stroje jsou většinou navrženy jako víceúčelová zařízení. Přední část je obvykle tvořena radlicí nebo nakládacím zařízením, zadní část má rýpadlové zařízení [10].

5.1.3 Střední rýpadla

Zpravidla se jedná o druh hydraulických rýpadel se speciální konstrukcí podvozků kovových nebo pásových. Některá strojní zařízení lze namontovat i na běžné či upravené automobilní podvozky. Vesměs mají vznětový pohon se čtyřdobým motorem. Tato rýpadla jsou pro práci ve vodě konstruována na nohách [10].

5.1.4 Velká rýpadla

Ze stavební konstrukce stroje mají největší objem lopaty v sektoru rýpadel, pásový, výjimečně kolový podvozek a většinou diesel-hydraulický pohon. Mívají stabilní pracovní prostředí po dobu svého technického života např. lomy [19].

5.2 Rýpadla na traktorovém podvozku

Rýpadla na traktorovém podvozku neboli rýpadlo – nakládače jsou nejrozšířenější kompaktní stroje, tj. zastanou práci několika strojů na jednom staveništi. Nosičem bývá upravený kolový traktor, který disponuje lopatou/nakládacím zařízením v přední části stroje, v zadní části rýpadlovým zařízením umožňující uchytit násadu a pracovní nástroj. Při pracovní činnosti nakládání přední lopatou slouží zadní podkopové zařízení jako zátěž proti převržení stroje, naopak při práci s podkopovým zařízením slouží přední lopata jako protizávaží. Traktorové podvozky jsou osazeny pevnou řídicí kabinou. Kabiny strojů bývají dnes moderně vybaveny včetně elektronické regulační techniky a moderními prvky ergonomickými i klimatizačními zvyšující komfort obsluhy/strojníka. Kabina je dle

bezpečnostních předpisů práce v souladu s bezpečnostní normou a zajišťuje tak ochranu obsluhy před padajícími předměty a převrácením stroje. Výhodou stroje je v důsledku standardních rozměrů schopnost transportu po pozemních komunikacích rychlosti dosahující 40 km/h [3].

Rýpadlo – nakladače rozdělujeme z více hledisek. Jeden z důležitých parametrů, podle kterého rozdělujeme tyto stroje, je výkon motoru:

- malé stroje o výkonu motoru $P = 30 \div 40$ kW,
- střední stroje o výkonu motoru $P = 40 \div 60$ kW,
- velké stroje o výkonu motoru $P = 60 \div 75$ kW, [19].

Podle druhu pohonu dělíme rýpadlo – nakladače na dvě části:

- hydrostatický pohon pracovního zařízení,
- pohon pojezdu dělí se na dvě skupiny: hydrodynamický a hydrostatický, [19].

Podle druhu hnacích náprav:

- s jednou hnací nápravou – dnes již zastaralá koncepce druhů pohonů,
- s dvěma hnacími nápravami – moderní používána koncepce současnosti, umožňující výběr velikosti kol náprav a s nimi spojené možnosti řízení při dvou stejných nápravách umožňuje tři chody řízení (řízení čtyř kol, řízení dvou kol předních a krabové řízení). Přední hnací náprava je vždy jako připojitelný pohon.

Stroj je konstruován ze dvou hlavních pracovních zařízení. První z nich je nakládací přední zařízení, druhé z nich je zadní rýpadlové zařízení skládající se z: příčného nosníku, z výložníku a násady a pracovních nástrojů. Na zadní pracovní zařízení lze nasadit mnoho druhů nástrojů, které lze rozdělit[8]:

- **Lopaty:**
 - hloubkové nebo výškové,
 - drážkové s normálním nebo nuceným vyklápěním,
 - příkopové a čisticí,
 - profilové,
 - standardní,
 - těžební,
 - drenážní, [19].

- **Drapáky:**

- drážkovací čelist'ové drapáky,
- čelist'ové drapáky pro těžení zeminy,
- čelist'ové drapáky pro nakládku či vykládku sypkých hmot,
- kruhového profilu pro zakládání staveb,
- čelist'ové drapáky pro nakládku kovů, [19].

5.3 Rýpadla na automobilovém podvozku

Výroba těchto rýpadel spočívá v poměrně nízké produkci zejména z ekonomických důvodů. Výhodou těchto strojů je schopnost rychlého přemístění ze staveniště na jinou stavbu. Jedná se o rýpadlo s teleskopickým výložníkem montováno na nákladní automobilové podvozky. Používá se zejména na rozrušování zemin a hornin. Jeho vyměnitelné pracovní zařízení umožňuje širokou škálu možností výkonu i jiných stavebních prací např. řezání asfaltu, nakládání břemen apod. Stroje slouží hlavně pro práce dokončovací při úpravách terénů.

5.4 Ostatní rýpadla

Mezi další typy rýpadel můžeme uvést:

- rýpadla korečková,
- rýpadla příkopová neboli rýhovače,
- rýpadla speciální, [10].

6 ZPRACOVÁNÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI

V praktické části bakalářské práce jsem se zaměřil na vyhodnocení parametru hydraulických olejů odebraných ze stavebních strojů, konkrétně z pěti rýpadlo-nakladačů a jednoho nákladního sklápěcího automobilu. Všechny vzorky pocházejí z hydraulických systémů stavebních strojů. Odběr proběhl dva krát v časovém intervalu 3 měsíců.

6.1 Hydraulický olej

Základní složení oleje:

Olej je složený ze 2 základních částí:

- **základový olej:**
 - konvenční (ropný rafinát),
 - nekonvenční(hydrokrakovaný, PAO, SHC, estery, polyglykoly),
- **přísady:**
 - s povrchovým působením,
 - upravující vlastnosti oleje,
 - chránící olej slouží proti stárnutí, pění, deaktivátory kovů.

Každý hydraulický systém se skládá z několika základních prvku (části):

- nádrž na hydraulickou kapalinu,
- filtr,
- čerpadlo,
- rozvaděč,
- spojovací potrubí,
- hydromotor,
- chladič.

Úkolem hydraulického oleje je: správně mazat systém, plnit funkci těsnosti, čistit a chránit před korozi ostatní prvky hydraulické soustavy. Při zvýšeném výskytu určitých prvku v oleji, může způsobit mnoho problémů v olejové soustavě – přehřívání a přetěžování stroje. Postupnou degradaci dochází k negativním vlivům např. vytížeností stroje a také ke ztrátě aditiv v oleji [4].

Hydraulické oleje řádíme do skupiny průmyslových maziv.

Hydraulický olej slouží k přenosu síly určené k vykonání práce v hydraulickém systému. Na funkci oleje jsou kladeny náročné požadavky (správné mazání, ochrana proti korozi, zajištění funkce těsnění) vyžadující důležité sledování stavu a opotřebení stavu strojního zařízení. Z toho vyplývá, že je nezbytně nutné proaktivně udržovat hydraulickou kapalinu v soustavě. Zajištěním proaktivní údržby přispíváme k bezporuchovému provozu stroje. Moderní technika klade stále větší nároky na zvyšující tlak v hydraulické soustavě a zmenšující se rozměry vůli ve ventilech, proto je velmi nutné dbát na čistotu hydraulických olejů [4].

6.2 Klasifikace hydraulických olejů:

Ke klasifikaci průmyslových maziv využíváme především normy ČSN ISO 6743/0 nebo DIN 51 502. Mezi nejčastěji používané patří dle rozdělení od [4] oleje skupin:

- **HL** – jedná se o rafinovaný ropný olej se zvýšenou ochrannou proti korozi a oxidaci z okolního prostředí. **Použití:** zatížené hydrostatické pohony, včetně požadavku na dobrou separaci vody (-10°C až $+90^{\circ}\text{C}$).
- **HM** – základem těchto olejů je skupina oleju HL a dále je složen z přidávaných aditiv, snižující opotřebení, hydraulické oleje skupiny HM jsou vybaveny typicky antioxidanty, protikorozními, protioděrovými přísadami. Tato skupina olejů je v praxi nejčastěji používaná. **Použití:** hydraulické systémy se silně zatíženými součástmi a požadavkem na dobrou separaci vody (-20°C až $+90^{\circ}\text{C}$).
- **HR** – skládá ze základu oleje HL s přísadou pro zlepšení viskozitně-teplotního chování. **Použití:** Oleje této skupiny mají širší rozsah pracovních teplot než oleje skupiny HL (-35°C až $+120^{\circ}\text{C}$).
- **HV** – složení z oleje typu HL s přísadou pro zlepšení viskozitně-teplotních vlastností k aditivaci oleje. Tento typ olejů musí pracovat i při záporných teplotách okolí. Šetrné vzhledem k životnímu prostředí, s omezenou hořlavostí. **Použití:** hydraulické systémy zemědělských a stavebních strojů

6.3 Zjišťování stavu maziva

Pro sledování vývoje hydraulické kapaliny v daném stroji, jsem se rozhodl zaměřit na zjištění těchto parametrů pomocí tribodiagnostických zkoušek k zjištění stavu maziva.

Kinematická viskozita při 40°C – nejdůležitější parametr všech mazacích olejů.

Obsah vody – negativní vlastnost oleje, při výskytu velkého obsahu vody dochází k nadměrnému opotřebení strojních částí. U hydraulických olejů hodnota obsahu vody nesmí překročit hranici 500ppm.

Znečištění – vlastnost, kterou stanovujeme kód čistoty.

Obsah prvků – ze vzorků pomocí RTG lze určit více jako 20 prvků v hydraulické kapalině. Obsah otěrových kovů, prvky součástí přísad atd.

Degradace oleje - zásadní vlastnost oleje pro zjištění sledování oxidace oleje, nárůst oxidace znamená vysoké riziko nebezpečí končící výměnou náplně [14].

Použité metody zkoušek tribodiagnostiky:

6.3.1 Průběh odběrů vzorků:

Odběry byly provedeny pravidelně v intervalu 3 měsíců ze stavebních strojů. První odběr proběhl 29.11 2019, druhý odběr proběhl 15.3 2020. Odběr probíhal v přítomnosti vedoucího mé bakalářské práce. Místem odběrů byl stavební provoz, staveniště. Odebírali jsme vzorky hydraulického oleje z nádrží s hydraulickou kapalinou. Z hydraulické nádrže jsme odebírali vzorky pomocí ručního odsávacího zařízení, kdy olej přetékal pomocí hadičky do předem připravených vzorkovnic. Stroje před odběrem vykonávaly svoji funkci od začátku směny, tudíž byly zajištěny všechny podmínky pro správný odběr vzorků popsány již v teoretické části bakalářské práce. Po uskutečnění odběru jsme vzorky řádně označili, přepravili a uchovali k tribodiagnostickým zkouškám v laboratoři.

6.4 Diagnostikované hydraulické oleje (náplně)

6.4.1 Hydraulický olej Paramo OT-HP3

Jedná se o rafinovaný ropný olej, který obsahuje přísady na zlepšení antioxidačních a protioděrových vlastností, zlepšení nízkoteplotních vlastností, zvýšení únosnosti mazacího filmu a přísady proti pění a rezivění.

Olej PARAMO OT-HP3 vhodný jako pracovní kapalina hydrodynamických mechanismů, stacionárních i mobilních strojů, lze také použít pro automatické převodovky autobusu, stavebních strojů, vysokozdvížných vozíků a také je vhodný jako hydraulická kapalina v průmyslových aplikacích.

Olej firma používá do všech hydraulických okruhů nákladních sklápěcích vozidel.

Parametry hydraulického oleje podle výrobce [18]:

Kinematická viskozita při 40° C	33,29 mm ² /s
Hustota při 15° C	866 kg/m ³
Bod vzplanutí	202 ° C
Bod tekutosti	-36 ° C

Tabulka 1-1 Základní technické parametry hydraulického oleje dle výrobce[autor]

6.4.2 Hydraulický olej CAT HYDO ADVANCED

Jedná se hydraulický olej s vysokou emulzní schopností, "HEAVY DUTY" s dlouhou životností, složený ze základového oleje a přídavných aditiv. Hydraulický olej s cílem zajištění prodlouženého výměnného intervalu, a také poskytuje vysokou ochranu pro komponenty hydraulického systému. Lze také používat v hydrostatickém provozu. S vylepšenou ochranou opotřebení zaručuje maximální úroveň ochrany pro tlaková, pístová, lopatková, a zubová hydraulická čerpadla. Olej má široký teplotní rozsah, zaručuje vynikající charakteristiky při nízké a vysoké teplotě, umožňuje použití v širokém teplotním rozsahu. Je navržen tak, aby zadržoval a rozptýlil obsah vody, a nepoškodil hydraulický systém.

Doporučené použití pro hydraulické systémy stavebních strojů značky Caterpillar.

Kinematická viskozita při 40° C	42 mm ² /s
Hustota při 15° C	863 kg/m ³
Bod vzplanutí	227 ° C
Bod tekutosti	-30 ° C

Tabulka 1-2 Základní technické parametry hydraulického oleje dle výrobce[autor]

6.4.3 Hydraulický olej AMBRA HYDROSYSTEM 46 HV

Ropný hydraulický olej formulovaný na hluboce rafinovaném základovém materiálu s obsahem přísad proti oxidaci, korozi, pění a mechanickému opotřebení hydraulických prvků. Vyniká výbornou ochranou proti i při vniknutí vody do oleje. Olej s vysokým indexem viskozity pro hydraulické i hydrostatické zařízení s vysokým tlakem. Olej do hydraulických systému nakladačů/rýpadel, kombajnů a různých zemědělských strojů.

Primárně tento olej slouží k strojům značky New Holland.

Kinematická viskozita při 40° C	45,92 mm ² /s
Hustota při 15° C	866 kg/m ³
Bod vzplanutí	220 ° C
Bod tekutosti	-36 ° C

Tabulka 1-3 Základní technické parametry hydraulického oleje dle výrobce[autor]

6.5 Diagnostikované stavební stroje

V praktické části jsem si vybral k diagnostice několik strojů, se kterými vás seznámím v následujících podkapitolách.

6.5.1 Caterpillar 444F2

Tento moderní CAT 444F2 se řadí mezi nejnovější dostupný model rýpadlo-nakladače amerického výrobce Caterpillar s koly stejné velikosti. U CAT 444F2 považujeme za velkou výhodu stejnou přední i zadní nápravu a s nimi spojené funkce řízení. Tato kombinace umožňuje 3 chody řízení kol: řízení 4 kol, řízení 2 kol (předních) a krabové řízení. Je vhodný pro univerzální použití v oblasti výkopových prací či nakládání, překládání různého sypkého materiálu a manipulace paletového zboží na stavbách. Stroj obsahuje dvě základní části: přední nakládací část a zadní podkopové zařízení. CAT 444F2 disponuje motorem o výkonu: 82,0 Kw. Stroj využívá k pohonu naftový motor se vstřikováním AdBlue splňující emisní normu Euro II a dále axiálním pístovým hydraulickým čerpadlem pro pohon hydraulického okruhu [18].



Obr. 5-1 Caterpillar 444F2, [autor]

Technické parametry stroje:

- **SPZ:** A01 3721
- **Rok výroby:** 2019
- **Výrobce:** Caterpillar Inc
- **Výrobní číslo:** CAT0444F2ECBXE03145
- **Výkon motoru:** 82,0 [kW] při 2200 [ot/min]
- **Zdvihový objem motoru:** 4,4 [l]
- **Převodovka:** automatická šestistupňová
- **Celková provozní hmotnost:** 9606 [kg]
- **Maximální točivý moment:** 439 [Nm] při 1400 [ot/min]
- **Objem hydraulické nádrže:** 40 [l]
- **Objem hydraulického systému:** 95 [l]
- **Hydraulický systém:** s konstantním průtokem
- **Typ hydraulického čerpadla:** s proměnným průtokem, axiální pístové
- **Objem přední lopaty:** 1,3 m³
- **Výška zdvihu přední lopaty:** 4570mm

- **Dostupná hloubka podkopového zařízení:** 5312mm
- **Řízené nápravy:** přední i zadní
- **Poháněné nápravy:** AWD
- **Úhel natočení přední náprav:** 52 [°] s 3 režimy natočení kol
- **Rozvor kol:** 2235mm

6.5.2 Caterpillar 432F2

Tento relativně nový model z řady rýpadlo-nakladačů CAT 432F2 je nejnovějším zástupcem od společnosti Caterpillar s rozdílnými velikostmi kol. U modelu 432F2 nacházíme už z pohledové stránky rozdíly oproti modelu 444F2. Hlavním rozdílem jsou velikosti kol přední a zadní nápravy, s nimi taky spojen rozdíl v použitelnosti řízení náprav. CAT 432F2 má říditelnou pouze přední nápravu. Pracovní stroj se skládá ze dvou základních částí: přední nakládací část a zadní podkopové zařízení. Obě tyto zařízení jsou poháněná hydraulickým pístovým axiálním čerpadlem. CAT 432F2 osazen diesellovým motorem o objemu 4,4 [l] a výkonu 74,4 kW. Motor plně podporuje ochranu životního prostředí s emisní normou Euro II. K zajištění emisní normy je použito vstřikování pomocného paliva AdBlue. Disponuje zadním podkopovým zařízením, které je také otypováno jako jeřáb do 1600 kg [18].



Obr. 5-2 Caterpillar 432F2, [autor]

Technické parametry stroje:

- **SPZ:** S06 5754
- **Rok výroby:** 2017
- **Výrobce:** Caterpillar Inc
- **Výrobní číslo:** CAT0432F2KCNIUX1157
- **Výkon motoru:** 74,5 [kW] při 2200 [ot/min]
- **Zdvihový objem motoru:** 4,4 [l]
- **Převodovka:** automatická šestistupňová
- **Celková provozní hmotnost:** 8479 [kg]
- **Maximální točivý moment:** 438 [Nm] při 1400 [ot/min]
- **Objem hydraulické nádrže:** 40 [l]
- **Objem hydraulického systému:** 95 [l]
- **Typ hydraulického čerpadla:** s proměnným průtokem, axiální pístové
- **Hydraulický systém:** s konstantním průtokem
- **Objem přední lopaty:** 1,03 m³
- **Výška zdvihu přední lopaty:** 4394 mm
- **Dostupná hloubka podkopového zařízení:** 5274 mm
- **Řízené nápravy:** přední i zadní
- **Poháněné nápravy:** AWD
- **Úhel natočení přední nápravy:** 52 [°]
- **Rozvor kol:** 2200mm

6.5.3 Caterpillar 432E

Generačně starší model americké společnosti Caterpillar. V době, kdy se tento model vyráběl, dochází v oblasti rýpadlo nakladačů ke znatelným změnám v oblasti ovladatelnosti stroje a také provozní rychlosti. Nové dokonalejší rozložení hmotnosti stroje je docíleno novou konstrukcí. Přejít z ovládání zadní podkopové části z pákového mechanismu na ovládání pomocí joystiků s pilotními hydraulickými okruhy. U všech těchto rýpadlo-nakladačů generace E se pro ovládání nakládacího i hloubkového pracovního zařízení používají ovládací joystiky rýpadlového typu s pilotními

hydraulickými okruhy. Tyto ovladače vyžadují pouze malou sílu, snadno se používají, omezují vznik únavy obsluhy a výrazně zlepšují výhled dozadu. CAT 432E je vybaven čtyřválcovou naftovou pohonnou jednotkou o objemu 4,4 l. Pohonná jednotka zajišťuje chod stroje. Pracovní stroj se skládá ze dvou základních částí: přední nakládací část, zadní podkopové zařízení. Obě tyto zařízení jsou poháněna hydraulickým, vysoce účinným pístovým čerpadlem s měnitelným průtokem [18], [3].



Obr. 5-3 Caterpillar 432E, [autor]

Technické parametry stroje:

- **SPZ:** T00 7760
- **Rok výroby:** 2008
- **Výrobce:** Caterpillar Inc
- **Výrobní číslo:** CAT0432ECBXE02914
- **Výkon motoru:** 66,5 [kW] při 2200 [ot/min]
- **Zdvihový objem motoru:** 4,4 [l]
- **Převodovka:** manuální čtyřstupňová bez spojkového pedálu s řazením na podlaze stroje
- **Celková provozní hmotnost:** 7952 [kg]
- **Maximální točivý moment:** 415 [Nm] při 1400 [ot/min]

- **Objem hydraulické nádrže:** 38 [l]
- **Objem hydraulického systému:** 79 [l]
- **Typ hydraulického čerpadla:** s proměnným průtokem, axiální pístové
- **Hydraulický systém:** s konstantním průtokem
- **Objem přední lopaty:** 1,03 m³
- **Výška zdvihu přední lopaty:** 4721 mm
- **Dostupná hloubka podkopového zařízení:** 5342 mm
- **Řízené nápravy:** přední
- **Poháněné nápravy:** AWD
- **Úhel natočení přední nápravy:** 52 [°]
- **Rozvor kol:** 220mm

6.5.4 New Holland LB110 B+C

Stavební stroj italského výrobce New Holland LB 110BC vyniká svým rozsahem zadního podkopového zařízení u kterého lze pracovat až s třemi funkcemi najednou. Jedná se o univerzální stroj na traktorovém podvozku s dvěma základními částmi, což jsou: přední nakládací část a zadní podkopové zařízení. Stroj je vybaven rozdílnými velikostmi kol přední a zadní nápravy. Jelikož model má 2 různé nápravy, jedná se o řiditelnou přední nápravu. NH LB 110 BC disponuje naftovým čtyřválcovým motorem značky Cummins o objemu 3,4 [l]. Motor splňuje emisní normu Tier 4B. Jeho využití je široké, nejlépe se však uplatní pro použití ve stavebním sektoru [3] ,[18].



Obr. 5-4 New Holland B110 B+C, [autor]

Technické parametry stroje:

- **SPZ:** T00 7879
- **Rok výroby:** 2012
- **Výrobce:** New Holland Company Industrial
- **Výrobní číslo:** NHB110BCUZRTLA4398
- **Výkon motoru:** 83 [kW] při 2200 [ot/min]
- **Zdvihový objem motoru:** 3,4 [l]
- **Převodovka:** čtyřstupňová mechanická
- **Celková provozní hmotnost:** 8120 [kg]
- **Maximální točivý moment:** 467 [Nm] při 1400 [ot/min]
- **Objem hydraulické nádrže:** 45 [l]
- **Objem hydraulického systému:** 120 [l]
- **Typ hydraulického čerpadla:** s proměnným průtokem, axiální pístové
- **Hydraulický systém:** s variabilním průtokem
- **Objem přední lopaty:** 1,0m³
- **Výška zdvihu přední lopaty:** 4405 mm

- **Dostupná hloubka podkopového zařízení:** 5785mm
- **Řízené nápravy:** přední
- **Poháněné nápravy:** AWD
- **Úhel natočení přední nápravy:** 52 [°]
- **Rozvor:** 2175mm

6.5.5 New Holland B110B

Rýpadlo-nakladač New Holland B110 ze sekce stavebních strojů italského producenta Company NewHolland Industrial. Model lze zařadit ke starší generaci typu těchto strojů. Rýpadlo je na traktorovém podvozku s oběma hnacími nápravami. Ovládání zadní podkopové části je řízeno pomocí pákových mechanismů. Rýpadlo-nakladač disponuje mechanickou čtyřstupňovou převodovkou s řazením na podlaze bez spojkového pedálu, která umožňuje chod na tyto 4 stupně vpřed i vzad. U automatických převodovek tato možnost již není, zpětný chod omezen pouze na 2 rychlostní stupně [18].



Obr. 5-5 New Holland LB110B, [autor]

Technické parametry stroje:

- **SPZ:** T00 2600
- **Rok výroby:** 2006
- **Výrobce:** New Holland Company Industrial

- **Výrobní číslo:** NHB110BRIKWXHN0578
- **Výkon motoru:** 64 [kW] při 2200 [ot/min]
- **Zdvihový objem motoru:** 3,2 [l]
- **Převodovka:** čtyřstupňová mechanická
- **Celková provozní hmotnost:** 7950 [kg]
- **Maximální točivý moment:** 425 [Nm] při 1400 [ot/min]
- **Objem hydraulické nádrže:** 45 [l]
- **Objem hydraulického systému:** 125 [l]
- **Typ hydraulického čerpadla:** s proměnným průtokem, axiální pístové
- **Hydraulický systém:** s variabilním průtokem
- **Objem přední lopaty:** 0,9m³
- **Výška zdvihu přední lopaty:** 4300mm
- **Dostupná hloubka podkopového zařízení:** 5730mm
- **Řízené nápravy:** přední
- **Poháněné nápravy:** AWD
- **Úhel natočení přední nápravy:** 52 [°]
- **Rozvor:** 2175mm

6.5.6 MAN TGS 35.480

Nákladní automobil sklápěcího typu německého výrobce se 4 nápravami klasické koncepce nákladního automobilu, z toho jsou 2 přední nápravy říditelné, 2 zadní nápravy hnací. Automobil určen na převoz stavebního materiálu, sypkých hmot. Na podvozku osazena sklápěcí nástavba MEILLER-KIPPER třístranného typu s boční hydraulickou bočnicí. S automobilem lze také převážet stavební stroje na přípojném vozidle. Nachází široké uplatnění ve stavebním průmyslu. Disponuje motorem o objemu 12,419 [l] a výkonu 353kW. Motor MAN tohoto typu splňuje emisní normu EURO 5, dosaženou vstřikováním pomocného paliva AdBlue. Dále pro splnění této normy je automobil vybaven SCR katalyzátorem [18].



Obr. 5-6 MAN TGS 35.480, [autor]

Technické parametry stroje:

- **SPZ:** 9T3 5080
- **Rok výroby:** 2011
- **Výrobce:** MAN Nutzfahrzeuge AG
- **Výrobní číslo:** WMA35XZZAB0105006
- **Výkon motoru:** 353 [kW] při 2200 [ot/min]
- **Zdvihový objem motoru:** 12,4 [l]
- **Převodovka:** manuální šestnáctistupňová se spojkovým pedálem
- **Celková provozní hmotnost:** 14950 [kg]
- **Maximální točivý moment:** 2600 [Nm] při 930-1450 [ot/min]
- **Objem hydraulické nádrže:** 50 [l]
- **Objem hydraulického systému:** 60 [l]
- **Typ hydraulického čerpadla:** s proměnným průtokem, axiální pístové
- **Hydraulický systém:** s konstantním průtokem
- **Řízené nápravy:** přední
- **Poháněné nápravy:** zadní

6.6 Vyhodnocení výsledků

V této části mé bakalářské práce jsem rozebral a vyhodnotil výsledku získané z rozborů.

6.6.1 Caterpillar 444F2

Název stroje:	CATERPILLAR 444F2			
Datum odběru:		10.12.2019	29.11.2019	15.3.2020
Počet motohodin	mth	-	1173	1335
Hydraulický olej		Referenční	1.odběr	2.odběr
Kinematická viskozita	mm ² /s	42,0	41,91	41,69
Obsah vody	hm. %	NEOBSAHUJE	0,0089	0,0056
Kód čistoty dle ČSN ISO 4406	-	-	15/14/10	17/16/14
Kód čistoty dle NAS 1638	-	-	6	9
Prvková analýza ED-XRF		hodnota	hodnota	hodnota
obsah Fe	ppm(mg/kg)	1,9	1,6	4,4
obsah Cu		3,2	5,4	3,5
obsah Cr		9,3	8,3	6,2
obsah Sn		< 3,0	< 3,0	< 3,0
obsah Si		< 1,0	< 1,0	98,1
obsah Pb		< 1,0	0,8	0,5
Aditiva, degradace		hodnota	hodnota	hodnota
obsah S	ppm(mg/kg)	1808	1996	1399
obsah P		916,2	939,3	657,7
obsah Mg		< 101	< 101	< 101
obsah Mo		< 1,0	< 1,0	< 1,0
obsah Zn		913,0	953,3	637,4
obsah Ca		913	177,8	131,3

Tabulka 2-1 Výsledky rozborů prvků, [autor]

Z výsledku rozboru vychází kinematická viskozita v hranicích viskózní třídy u obou odběrů v porovnání s referenčním vzorkem. Odběr vody byl držen pod doporučenou hranici 0,05 hm%. U kódu čistoty nacházíme při druhém odběru nadlimitní množství nečistot, jelikož hodnoty jsou nad limitním doporučeným množstvím nečistot, což lze přisoudit delší době náplně v nádrži a práci v prашném prostředí. Zaměříme-li se na prvkovou analýzu vzorků, zjistili jsme, že v druhém odběru je extrémně zvýšená hodnota křemíku, což značí znečištění náplně prachovými nečistotami. U druhého odběru lze také sledovat značný pokles aditiv v oleji, zejména nejvíce v koncentraci síry. Z poklesu aditiv je patrné, že se olej blíží ke konci svého technického života (Příloha A).

Z pohledu spektrální analýzy nacházíme rozdíl ve spektru 1730-1750 cm⁻¹ tzn. vniknutí oxidačních produktu do hydraulického oleje (Příloha A). Oxidace v oleji způsobuje rychlejší stárnutí oleje a také přispívá k negativním vlivům v podobě tvorby korozivního opotřebení.

Doporučuji provést včasnou výměnu hydraulické kapaliny, dbát na čistotu při doplňování olejové náplně a hydraulickou nádrž udržovat v čistotě (viz. Příloha G; H).

6.6.2 Caterpillar 432F2

Název stroje:	CATERPILLAR 432F2			
Datum odběru:		10.12.2019	29.11.2019	15.3.2020
Počet motohodin	mth	-	4021	4497
Hydraulický olej		Referenční	1.odběr	2.odběr
Kinematická viskozita	mm ² /s	42,0	40	40,96
Obsah vody	hm. %	NEOBSAHUJE	0,0092	0,0047
Kód čistoty dle ČSN ISO 4406	-	-	15/14/12	18/17/15
Kód čistoty dle NAS 1638	-	-	7	11
Prvková analýza ED-XRF		hodnota	hodnota	hodnota
obsah Fe	ppm(mg/kg)	1,9	13,5	11,8
obsah Cu		3,2	6,8	5,8
obsah Cr		9,3	10,2	9,2
obsah Sn		< 3,0	< 3,0	< 3,0
obsah Si		< 1,0	15,8	98,6
obsah Pb		< 1,0	1,2	1,2
Aditiva, degradace		hodnota	hodnota	hodnota
obsah S	ppm(mg/kg)	1808	2279	1937
obsah P		916,2	1003	850,3
obsah Mg		< 101	< 101	< 101
obsah Mo		< 1,0	< 1,0	< 1,0
obsah Zn		913,0	982,6	846,3
obsah Ca		913	217,1	195,2

Tabulka 2-2 Výsledky rozborů prvků; [autor]

Nejdůležitějším parametrem oleje je kinematická viskozita, která je v mezích viskózní třídy. Obsah vody u prvního i druhého odběru se nachází v přijatelných hodnotách. Druhý rozbor vykazuje zvýšený kód čistoty dle ISO 4406 a podle NAS 1368 se pohybuje na škále stupnice v nad limitní hranici - olej je mechanický znečištěn. Také je zde vysoký obsah křemíku a v tomto důsledku se do soustavy se dostávají prachové nečistoty. U všech aditiv

je poznamenám pokles množství hodnot v oleji. Pomocí spektrální analýzy zjišťujeme ve spektru 1730-1750 cm⁻¹ proniknutí oxidace do soustavy (viz Příloha B).

Pro následující správný chod stroje doporučuji provést výměnu dle předepsaného intervalu, a výměnu hydraulické kapaliny neoddalovat. A to především z důvodu poklesu aditiv, které opotřebením oleje mění své chemické složení a postupně přestávají plnit požadovanou funkci. Včasnou výměnou se zajistí odstranění nadlimitního množství křemíku. Doporučuji dbát na čistotu hydraulické nádrže, těsnost systému a při doplňování náplně se řídit pokyny podle doporučených předepsaných zásad (viz. Příloha I; J).

6.6.3 Caterpillar 432E

Název stroje:	CATERPILLAR 432E			
Datum odběru:		10.12.2019	29.11.2019	15.3.2020
Počet motohodin	mth	-	16726	16759
Hydraulický olej		Referenční	1.odběr	2.odběr
Kinematická viskozita	mm ² /s	42,0	39,6	41,55
Obsah vody	hm. %	NEOBSAHUJE	0,0103	0,0102
Kód čistoty dle ČSN ISO 4406	-	-	18/17/15	18/18/16
Kód čistoty dle NAS 1638	-	-	9	11
Prvková analýza ED-XRF		hodnota	hodnota	hodnota
obsah Fe	ppm(mg/kg)	1,9	55,4	24,1
obsah Cu		3,2	10,2	6,4
obsah Cr		9,3	19,6	11
obsah Sn		< 3,0	< 3,0	< 3,0
obsah Si		< 1,0	264,4	131,4
obsah Pb		< 1,0	0,8	0,6
Aditiva, degradace		hodnota	hodnota	hodnota
obsah S	ppm(mg/kg)	1808	2488	1646
obsah P		916,2	1061	690,8
obsah Mg		< 101	< 101	< 101
obsah Mo		< 1,0	< 1,0	< 1,0
obsah Zn		913,0	1012	686,7
obsah Ca		913	316,7	203,3

Tabulka 2-3 Výsledky rozborů prvků[autor]

Dle výsledku se kinematická viskozita nachází v odpovídajících mezích viskózní třídy, což značí, že nedošlo k záměně hydraulického oleje v průběhu doby mezi jednotlivými odběry. Správná viskozita je podstatná pro zajištění správné funkce mazání. Vzorky jsou znečištěné mechanickými nečistotami, protože kódy čistoty nesplňují požadované tolerance, dle ISO 4406 jsou ve výstraze, a podle NAS 1638 se nachází v nad povoleném

limitu. Znečištění je způsobeno množstvím nečistot všeho druhů v oleji. Mezi prvním a druhým odběrem je pokles hodnot křemíku, i když obě hodnoty jsou v pásmu nad limitního množství. Nadlimitní množství křemíku především způsobuje znečištění hydraulického systému. Je zjištěn nárůst prvku železa nad doporučené hodnoty u prvního odběru, a v tomto důsledku je podstatné se zaměřit na správnou funkčnost kovových prvků. Zvýšená hodnota chromu, je důsledkem třením (odíráním) hydraulických válců. Stárnutím a opotřebením dochází k úbytkům aditiv v oleji. U všech prvků druhého odběru lze vidět menší množství všech zkoumaných prvků, které je způsobeno zřejmě doplněním hydraulické náplně do systému.

Pro zajištění správné funkce stroje bez zbytečných oprav je třeba provést výměnu hydraulické náplně, jelikož vidíme, že při doplnění kapaliny hodnoty klesají. Jinak bych doporučil dbát na čistotu povrchu hydraulické nádrže, pravidelně provádět doporučenou údržbu a zkontrolovat těsnost systému s hydraulickou náplní (viz. Příloha C; K; L).

6.6.4 New Holland LB 110B

Název stroje:	NEW HOLLAND LB 110B			
Datum odběru:		10.12.2019	29.11.2019	15.3.2020
Počet motohodin	mth	-	10732	11094
Hydraulický olej		Referenční	1.odběr	2.odběr
Kinematická viskozita	mm ² /s	45,92	43	45,81
Obsah vody	hm. %	NEOBSAHUJE	0,0115	0,1612
Kód čistoty dle ČSN ISO 4406	-	-	13/12/10	18/17/15
Kód čistoty dle NAS 1638	-	-	5	11
Prvková analýza ED-XRF		hodnota	hodnota	hodnota
obsah Fe	ppm(mg/kg)	2,9	27,7	22,1
obsah Cu		3	8,3	4,1
obsah Cr		9,7	13,3	7,4
obsah Sn		< 3,0	< 3,0	< 3,0
obsah Si		< 1,0	9,5	406,9
obsah Pb		< 1,0	0,5	0,3
Aditiva, degradace		hodnota	hodnota	hodnota
obsah S	ppm(mg/kg)	3456	5123	3224
obsah P		433,1	627,8	390
obsah Mg		< 101	< 101	< 101
obsah Mo		< 1,0	< 1,0	< 1,0
obsah Zn		425,4	578,1	355,8
obsah Ca		40,8	475,4	243,5

Tabulka 2-4 Výsledky rozborů prvků[autor]

Z tabulky výsledků je zřetelné, že mezi prvním a druhým odběrem, došlo k výraznému nárůstu obsahu vody v oleji. Tuto změnu zaznamenáváme i spektrometrií FT-IR, ve spektru $3150-3600\text{ cm}^{-1}$, voda proniká do hydraulického systému (viz Příloha E). Druhý vzorek obsahuje vysoké nadlimitní množství vody. Limit překročen o více jako trojnásobek povolené hodnoty. Voda v oleji způsobuje emulzi a s ní spojené nadměrné opotřebení strojních součástí. Kinematická viskozita se zdá být v pořádku. Náplň nesplňuje hranice kódu čistoty podle NAS 1638, tzn., že olej je znečištěn mechanickými nečistotami. Podle normy ISO 4406 je kód čistoty ve výstražných číslech. Obsah křemíku u prvního měření značí pěti-násobek povolené hodnoty, u druhého měření již tato hodnota je extrémně překročena, což nám říká, že v oleji je nadměrné množství prachových částic. Zvýšený počet obsahu železa znamená obsah konstrukčních prvků v kapalině, jehož příčinou je otírání prvků hydraulické soustavy.

Doporučuji provést okamžitou výměnu hydraulické náplně, z důvodu vysokého obsahu vody. Také je důležité se zamyslet, proč se takové nadlimitní množství vody v oleji objevilo a při výměně zajistit, a zkontrolovat těsnost hydraulické soustavy s pravidelným kontrolováním dotažení uzávěru (víčka) u hydraulické nádrže (viz. Příloha O; P).

6.6.5 New Holland LB 110 B+C

Název stroje:	NEW HOLLAND LB 110 B+C			
Datum odběru:		10.12.2019	29.11.2019	15.3.2020
Počet motohodin	mth	-	9683	9768
Hydraulický olej		Referenční	1.odběr	2.odběr
Kinematická viskozita	mm ² /s	45,92	43	44,59
Obsah vody	hm. %	NEOBSAHUJE	0,0133	0,0126
Kód čistoty dle ČSN ISO 4406	-	-	15/14/12	18/17/15
Kód čistoty dle NAS 1638	-	-	8	11
Prvková analýza ED-XRF		hodnota	hodnota	hodnota
obsah Fe	ppm(mg/kg)	2,9	22,2	8,9
obsah Cu		3	14,3	6,6
obsah Cr		9,7	11	6
obsah Sn		< 3,0	< 3,0	< 3,0
obsah Si		< 1,0	14,3	17
obsah Pb		0,2	0,6	0,3
Aditiva, degradace		hodnota	hodnota	hodnota
obsah S	ppm(mg/kg)	3456	5453	3029
obsah P		433,1	690,8	397,3
obsah Mg		< 101	< 101	< 101
obsah Mo		< 1,0	< 1,0	< 1,0
obsah Zn		425,4	651,6	374,5
obsah Ca		40,8	678,3	299,6

Tabulka 2-5 Výsledky rozborů prvků [autor]

Hodnocení parametru získaných tribodiagnostickými zkouškami, uvádí kinematickou viskozitu v přijatelných hranicích viskózní třídy. Kód čistoty u druhého vzorku vykazuje zvýšené hodnoty a překračuje mezní hranice, z čehož vyplývá znečištění mechanickými nečistotami. Spektrální analýza značí obsah oxidačních prvků v hydraulické kapalině. Obsah prvku i aditiv v tomto stroji je celkově v přijatelných hodnotách. Obsah křemíku je dokonce u obou měření nejnižší v porovnání s ostatními diagnostikovanými stroji. Obsah prvků v druhém měření dosahuje nižších hodnot degradaci oleje.

Kvůli zvýšenému kódu čistoty doporučují provést výměnu oleje a dále z těchto, po diagnostické stránce negativních výsledků navrhuje postupovat v oblasti údržby a výměny náplně jako doposud. Je podstatné i nadále dbát na čistotu a těsnost celého hydraulického systému plus dodržovat předepsané výměny hydraulického oleje (viz. Příloha D; M; N).

6.6.6 MAN TGS MAN TGS 35.480

Název stroje:	MAN TGS 8x4			
Datum odběru:		10.12.2019	29.11.2019	15.3.2020
Počet ujetých kilometru	km	-	650458	685321
Hydraulický olej		Referenční	1.odběr	2.odběr
Kinematická viskozita	mm ² /s	33,29	33,4	34,06
Obsah vody	hm%	NEOBSAHUJE	0,0053	0,1033
Kód čistoty dle ČSN ISO 4406	-	-	21/19/15	-
Kód čistoty dle NAS 1638	-	-	12	-
Prvková analýza ED-XRF		hodnota	hodnota	hodnota
obsah Fe	ppm(mg/kg)	10,8	189,2	132,4
obsah Cu		2,3	6	3,7
obsah Cr		8,1	11,4	7,3
obsah Sn		< 3,0	< 3,0	< 3,0
obsah Si		< 1,0	506,1	369,1
obsah Pb		< 0,1	0,4	0,2
Aditiva, degradace		hodnota	hodnota	hodnota
obsah S	ppm(mg/kg)	1200	4522	2890
obsah P		196	418,3	282,5
obsah Mg		< 101	< 101	< 101
obsah Mo		< 1,0	< 1,0	< 1,0
obsah Zn		193,2	364,8	248,3
obsah Ca		22,9	678,3	144,9

Tabulka 2-6 Výsledky rozborů prvků[autor]

Z hlediska kinematické viskozity olej splňuje požadované meze, tudíž nedošlo k nesprávnému doplnění hydraulické kapaliny. Obsah vody v oleji je enormně vysoký a překračuje povolené hranice dovoleného množství. Tuto změnu také zaznamenáváme ze spektrální analýzy, ve spektru 3150-3600 cm⁻¹. Dále jsme u prvního odběru pomocí spektra 1730-1750 cm⁻¹ zjistili vniknutí oxidačních prvků do soustavy s hydraulickou náplní. U druhého rozboru je oxidace překonána nadměrným množstvím vody (viz Příloha F). Náplň a hydraulická nádrž je extrémně znečištěná prachovými i mechanickými nečistotami, jelikož u prvního odběru kódy čistoty dle ISO 4406 a NAS 1638 nesplňují povolené množství. Mezi prvním a druhým odběrem došlo k většímu znečištění mechanickými nečistotami a kódy čistoty již nelze stanovit podle stanovených norem. Z prvkové analýzy vyplývá nadměrný obsah křemíku a také železa. V hydraulickém systému se odírají otěrové kovové prvky hydraulické soustavy a s tím souvisí vysoký výskyt železných částic. Z celkového pohledu prvkové analýzy došlo u

druhého odběru k menším hodnotám všech prvků, z čehož můžeme vyvodit, že tato změna je způsobena doplněním hydraulického oleje.

Z těchto výsledků je patrně určující, že nedochází k pravidelné výměně hydraulické kapaliny. S takovým množstvím znečištění je nutno provést proplach celého hydraulického systému. Z druhého měření a poklesu prvků vidíme, že při doplnění kapaliny došlo k poklesu a tudíž je nutno provádět pravidelné výměny v časových intervalech určených výrobcem. Navrhují v pravidelných intervalech kontrolovat stav oleje a také dbát na zvýšenou čistotu hydraulického systému. Při nedodržení těchto doporučení dojde k zadření strojních součástí soustavy a následné nefunkčnosti systému (viz. Příloha Q; R).

7 ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo zjistit technický stav stavebních strojů pomocí metod technické diagnostiky, konkrétně nasazení metod tribodiagnostiky. Zjišťování technického stavu probíhalo na strojích společnosti Miroslav Chybík s.r.o. Správný technický stav je důležitým parametrem z hlediska bezpečnosti ve vztahu k obsluze stroje, ale také v rámci životního prostředí. Jako vhodnou metodu pro sledování těchto parametrů jsem si vybral několik metod technické diagnostiky.

V teoretické části jsem se zaměřil na teoretickou problematiku technické diagnostiky. V úvodní části se seznamujeme s firmou Miroslav Chybík s.r.o. zabývající se autodopravou a zemními pracemi. Poté jsem se zaměřil na stručný přehled rozdělení metod technické diagnostiky, které jsou nezbytnou součástí pro zajištění správného fungování stroje a odhalení příp. včasných vznikajících poruch. Třetí kapitolu jsem podrobněji věnoval jedné z metod technické diagnostiky - tribodiagnostice, která tvoří velký podíl v praktické části této bakalářské práce a teoreticky zde uvádím základní pravidla pro odběr vzorků a druhy tribodiagnostických zkoušek, které jsem později aplikoval v praktické části. Ve čtvrté kapitole se zabývám skupinou stavebních strojů, jejich popisem základních funkcí, výhod, nevýhod a také základním rozdělením stavebních strojů na dozery, nakladače, skrejpry, grejdry, dampry. Rýpadlům věnuji větší pozornost v samostatné závěrečné teoretické kapitole z důvodů mých malých zkušeností a zjišťování stavu pomocí metod tribodiagnostiky v praktické části.

V praktické části uvádím mimo diagnostikované stroje také základní informace o použitých hydraulických kapalinách ve strojních zařízeních stavebních strojů. Dále jsem se provedl odběr vzorků v pravidelných intervalech, pomocí tribodiagnostických zkoušek dostupných v univerzitní laboratoři jsem vyhodnotil základní technické parametry oleje. Analýzu hydraulického systému/oleje považuji jako vhodný nástroj proaktivní údržby pro sledování optimálního technického stavu.

Ze získaných výsledků odebraných vzorků lze uvést doporučení, kterým lze předejít k případnému vzniku poruchy. Z celkové analýzy se použité oleje ve strojích jeví jako opotřebované a zanedbané v důsledcích nepravdělné výměny na základě předem stanovených intervalů. Z hlediska mechanických nečistot je z analýzy stavebních strojů patrné, že je nejvíce zanedbaná údržba u stavebního nákladního vozidla. U tohoto stroje je v období mezi odběry oleje zvýšený obsah vody zřejmě v důsledku zimního provozu. Je podstatné se zaměřit na skutečnosti, proč se voda v systému objevuje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Blata, J., & Janusz, J. (2013). *Metody technické diagnostiky teorie a praxe*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.
- [2] Celjak, I. (2009). *Strojní zařízení pro realizaci stavebních prací*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- [3] Dolder, W., Dolder Pippke, U., Barner, A. R., & Pfeiffer, F. &. (2007). *1000 stavebních strojů*. Praha: Euromedia Group, k. s. - Knižní klub.
- [4] EKOLUBE, s.r.o. (2019) *Výkonová klasifikace průmyslových maziv*. Dostupné z: <https://www.oleje.cz/clanek/Vykonova-klasifikace-prumyslovych-maziv?phone=0>.
- [5] GmbH., SPECTRO Analytical Instruments. (2018). *Jak funguje ED - XRF Spektrometr?* Dostupné z: <http://representatives.spectro.com/spectro-cz/products/xrf/principle>.
- [6] Helebrant, F., Ziegler, J., & Marasová, D. (2001). *Technická diagnostika a spolehlivost I. tribodiagnostika*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.
- [7] Hemala, M. (2016) *Tribotechnická diagnostika CNC strojů*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, FS.
- [8] Jeřábek, K., Helebrant, F., Jurman, J., & Voštová, V. (1995). *Stroje pro zemní práce, silniční stroje*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.
- [9] Kreidl, M., & Šmíd, R. (2006). *Technická diagnostika*. Praha: BEN - technická literatura.

[10] Maršál, P. (2004). *Stavební stroje*. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o.

[11] Řezníček, J. (2019). ČSN ISO 4406 (656206) *Hydraulické kapaliny - Kapaliny - Metoda kódování úrovně znečištění pevnými částicemi*. Dostupné z: http://www.technicke-normy-csn.cz/656206-csn-iso-4406_4_76535.html

[12] SPECTRO CS, spol. s r.o. (2018). *Rentgenové spektrometry*. Dostupné z: <https://www.spectro.cz/rentgenove-spektrometry>

[13] Sütto, M. (2006). *Aplikace technické diagnostiky na obráběcích strojích ve firmě Armatury Group* (Bakalářská práce). Ostrava: Vysoká škola báňská, FS.

[14] Václavíčková, I. (2020). *Voda v oleji*. Dostupné z: <http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-22011/voda.html>.

[15] Vaněk, A. (1998). *Přehled světové techniky strojů pro stavebnictví*. Praha: Vydavatelství Image Interier, s.r.o.

[16] VŠ chemicko-technologická v Praze, Ústav matematiky (2018) *Reflektanční techniky*. Dostupné z: <http://old.vscht.cz/lms/Zverze/IR/Atr.htm>

[17] Měření zvuku: Analýzy zvuku, akustické signály [online]. Liberec [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.ekosoftware.cz/mereni-zvuku>

[18] Interní zdroje firmy Miroslav Chybík s.r.o.

[19] Fries, J. (2012), *Zemní stroje*. Ostrava: Vysoká škola báňská- Technická univerzita Ostrava.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

%	procenta
°	stupeň
AdBlue	močovina AUS 32
aj.	a jinak
ATR	Attenuated Total Reflectance
AWD	Ahead wheel drive (přířaditelný pohon všech kol)
CAT	Caterpillar
ČNS	Československá státní norma
hm %	hmotnostní procento
ISO	International Organization for Standardization
kg	kilogram
km/h	kilometry za hodinu
KOH	hydroxid draselný
kw	kilowatt
l	litr
MAN	Maschinenfabrik Augsburg - Nürnberg
mgKOH	miligram hydroxidu draselného
ml	mililitr
Mth	motohodina stroje = 45 minut
např.	například
NH	New Holland
Nm	newton metr
ot/min	otáčky za minutu
ppm(mg/kg)	parts per milion (miligramy na kilogram)
příp.	případně
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
SCR	selektivní katalytická redukce
TAN	Total Acid Number
TD	technická diagnostika
tj.	tak jinak
tzn.	to znamená
tzv.	takzvaně
μ	mikro

SEZNAM TABULEK

Tabulka.1-1 Základní technické parametry hydraulického oleje dle výrobce	43
Tabulka.1-2 Základní technické parametry hydraulického oleje dle výrobce	43
Tabulka.1-3 Základní technické parametry hydraulického oleje dle výrobce	44
Tabulka.2-1 Výsledky rozborů prvků	54
Tabulka.2-2 Výsledky rozborů prvků	55
Tabulka.2-3 Výsledky rozborů prvků	56
Tabulka.2-4 Výsledky rozborů prvků	57
Tabulka.2-5 Výsledky rozborů prvků	59
Tabulka.2-6 Výsledky rozborů prvků	60

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1-1 Pohled na administrativní budovu a technické zázemí včetně dílen	13
Obr.1-2 Reprezentativní materiál společnosti Miroslav Chybík s.r.o.	13
Obr.2-1 Vanova křivka průběhu opotřebení	16
Obr.3-1 Vzorkovnice s odebranými vzorky oleje	20
Obr.3-2 Kapilární viskozimetr	21
Obr.3-3 Coulometr	23
Obr.3-4 Stanovení čísla kyselosti – Coulometr WTK	24
Obr.3-5 Gravimetrické zařízení.	25
Obr.3-6 Mikroskop	26
Obr.3-7 Infračervený spektrometr	27
Obr.3-8 Spektrální analýza	27
Obr.3-8-1 Přístroj na metodu ATR.	28
Obr.3-8-1 Energodisperzní rentgenový spektrometr.	28
Obr.4-2 Dozer	32
Obr.4-3 Nakladač	33
Obr.4-4 Skejpr	34
Obr.4-5 Grejdr	34
Obr.4-6 Dampř	35
Obr.5-1 Caterpillar 444F2	45
Obr.5-2 Caterpillar 432F2.....	46
Obr.5-3 Caterpillar 432E	48
Obr.5-4 New Holland B110 B+C	50
Obr.5-5 New Holland LB110B	51
Obr.5-6 MAN TGS 35.480	53

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A - Spektrální analýza CATERPILLAR 444F2

Příloha B - Spektrální analýza CATERPILLAR 432F2

Příloha C - Spektrální analýza CATERPILLAR 432E

Příloha D - Spektrální analýza New Holland LB110 B+C

Příloha E - Spektrální analýza New Holland LB110B

Příloha F - Spektrální analýza MAN TGS 35.480

Příloha G – Laboratorní protokol výsledků z prvního rozboru CAT 444F2

Příloha H – Laboratorní protokol výsledků z druhého rozboru CAT 444F2

Příloha I – Laboratorní protokol výsledků z prvního rozboru CAT 432F2

Příloha J – Laboratorní protokol výsledků z druhého rozboru CAT 432F2

Příloha K – Laboratorní protokol výsledků z prvního rozboru CAT 432E

Příloha L – Laboratorní protokol výsledků z druhého rozboru CAT 432E

Příloha M – Laboratorní protokol výsledků z prvního rozboru New Holland LB 110 B+C

Příloha N – Laboratorní protokol výsledků z druhého rozboru New Holland LB 110B+C

Příloha O – Laboratorní protokol výsledků z prvního rozboru New Holland LB 110B

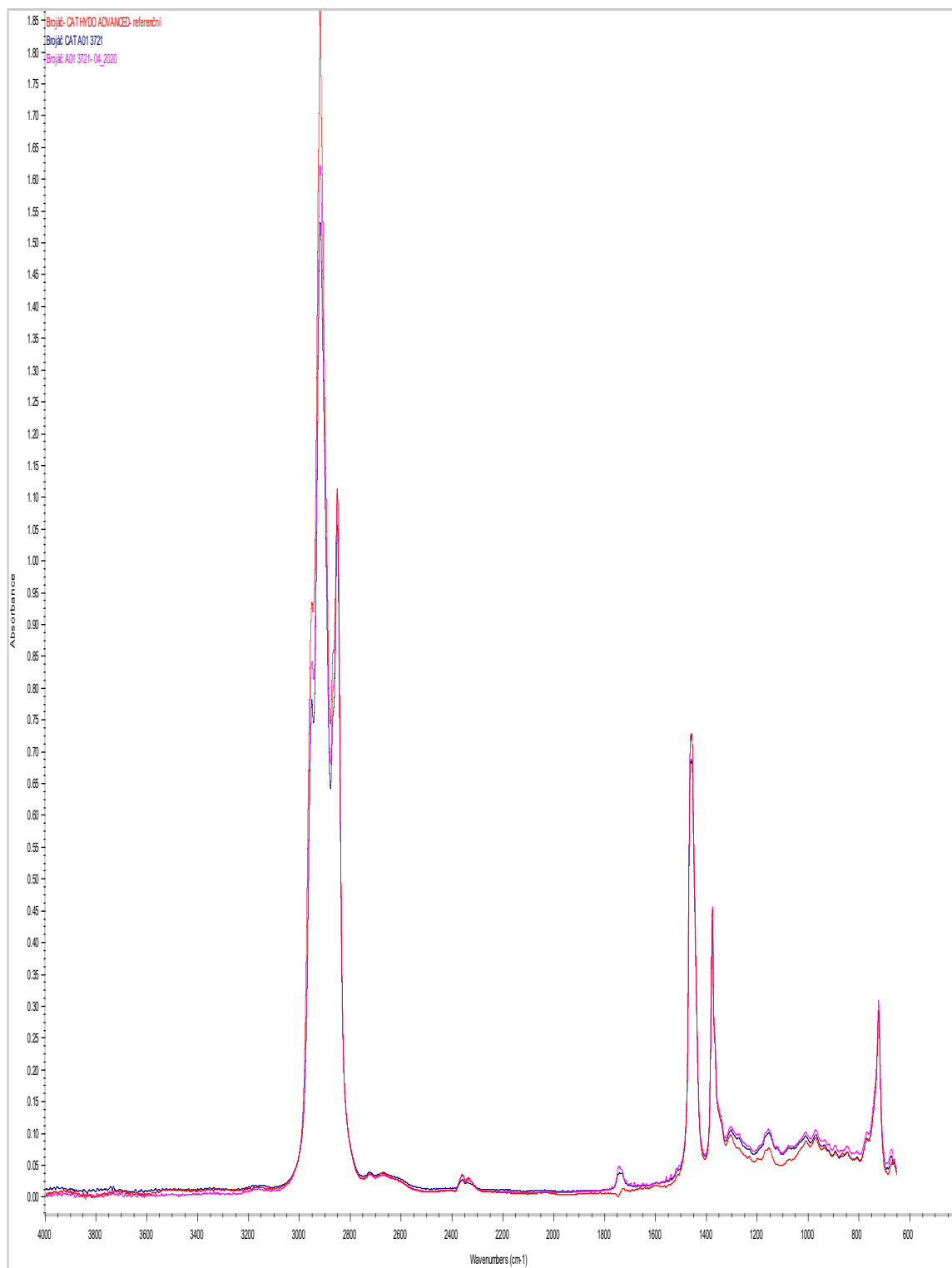
Příloha P – Laboratorní protokol výsledků z druhého rozboru New Holland LB 110B

Příloha Q – Laboratorní protokol výsledků z prvního rozboru MAN TGS 35.480

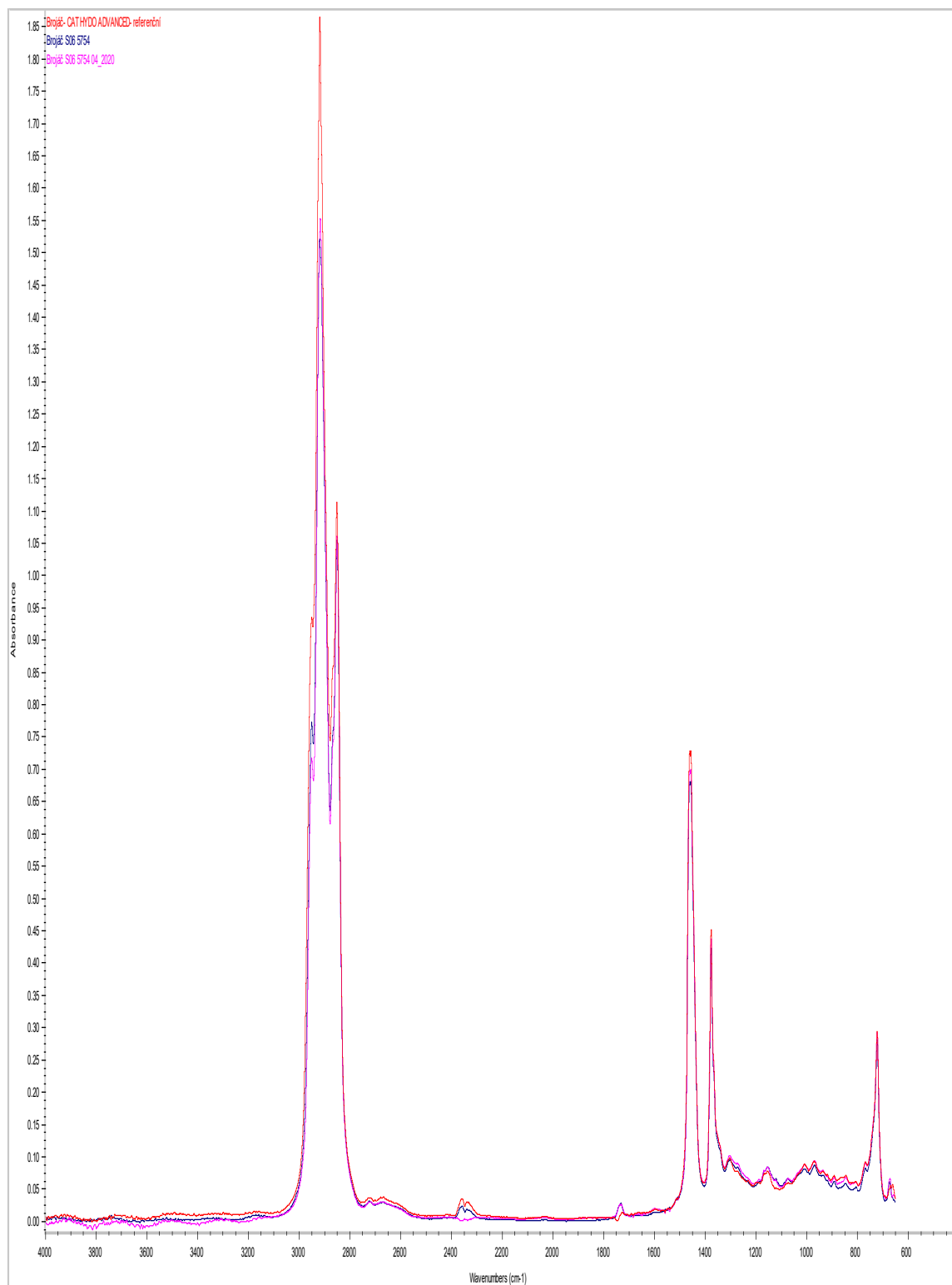
Příloha R – Laboratorní protokol výsledků z druhého rozboru MAN TGS 35.480

PŘÍLOHY

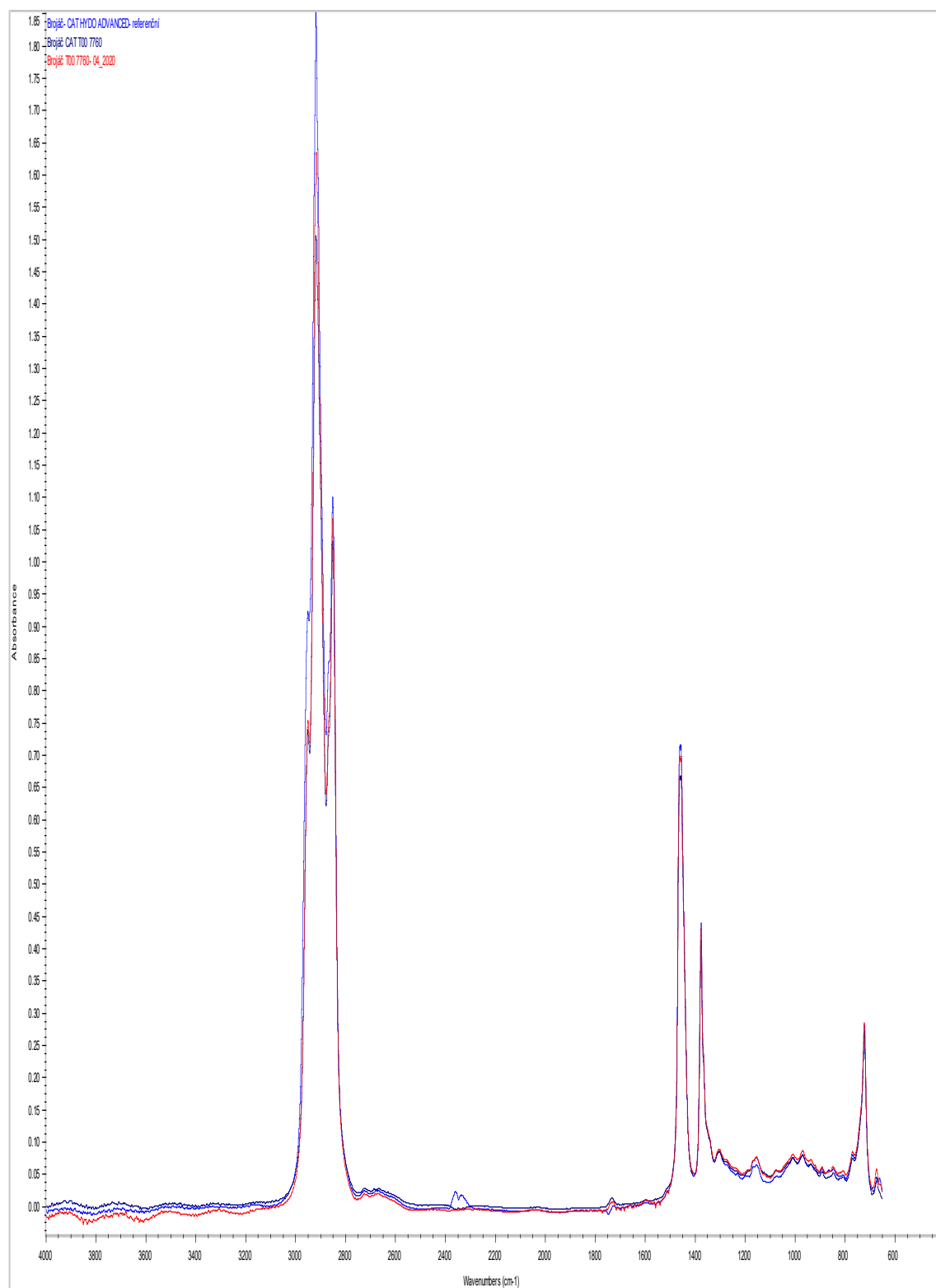
Příloha A - Spektrální analýza CATERPILLAR 444F2



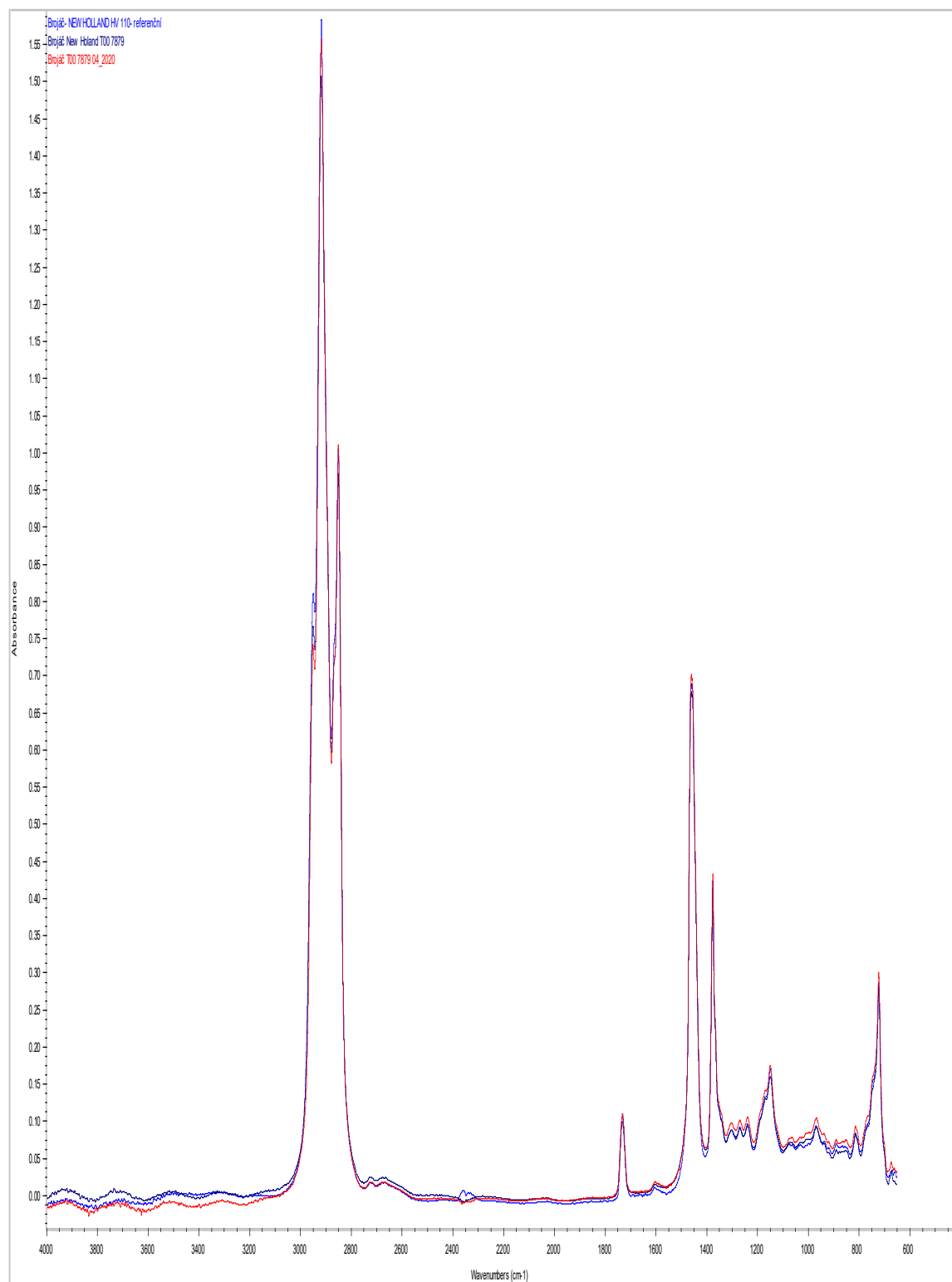
Příloha B - Spektrální analýza CATERPILLAR 432F2



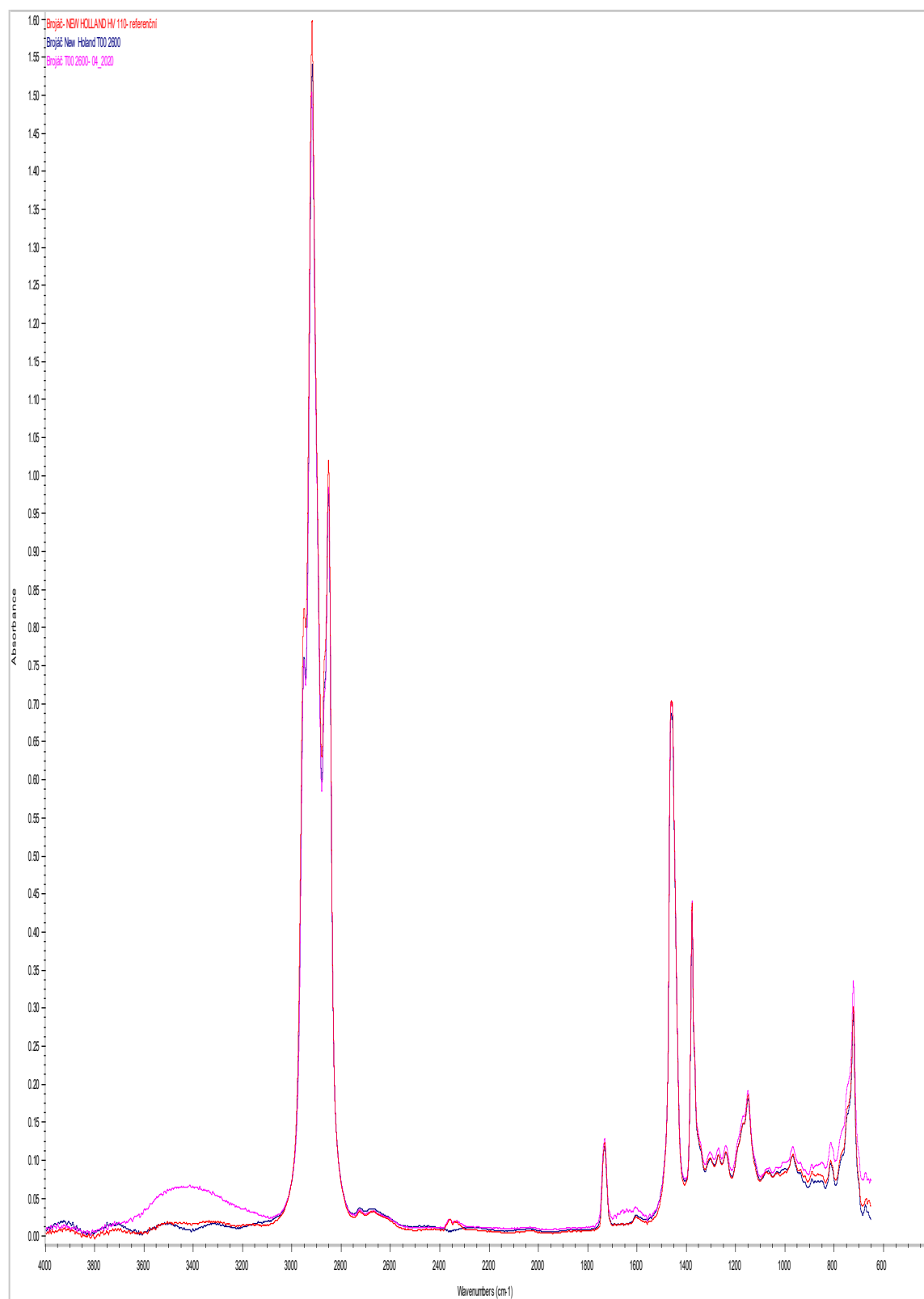
Příloha C - Spektrální analýza CATERPILLAR 432E



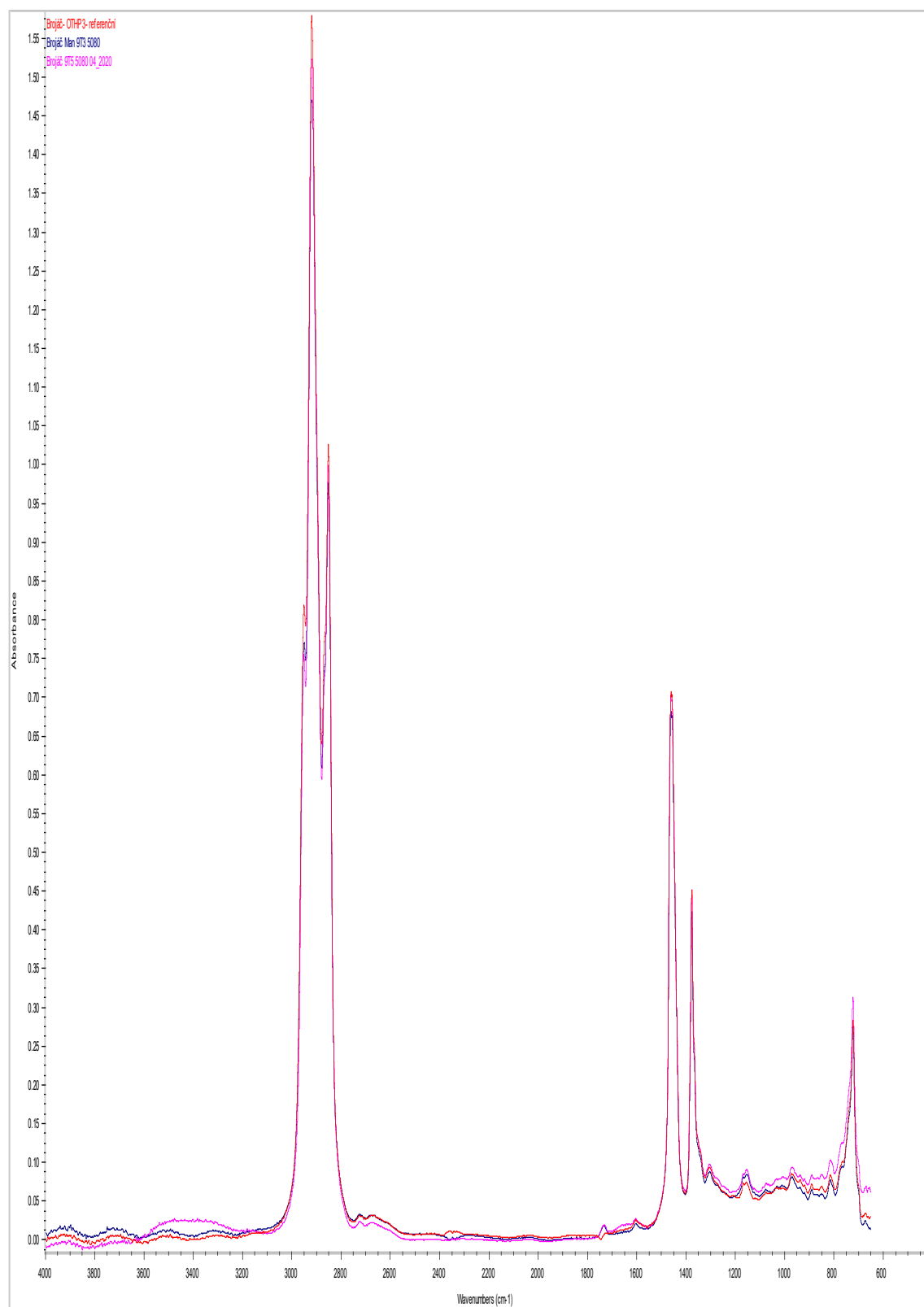
Příloha D - Spektrální analýza New Holland LB110 B+C



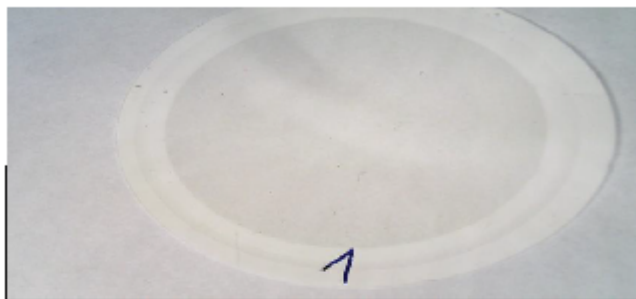
Příloha E - Spektrální analýza New Holland LB110B



Příloha F - Spektrální analýza MAN TGS 35.480



Příloha G – Laboratorní protokol výsledků z prvního rozboru CAT 444F2

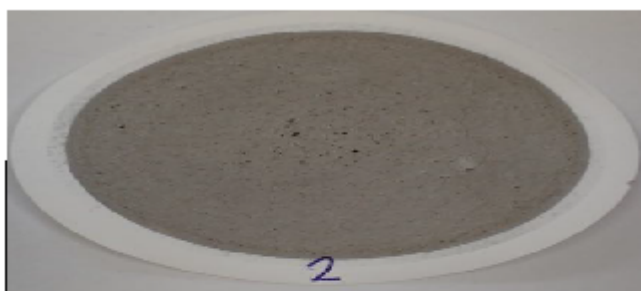


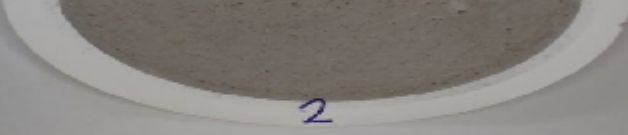
STROJNÍ ZARÍZENÍ			VZOREK			
Název	Caterpillar		Číslo			
Typ čísla stroje	444F2		Typ oleje	Hydraulický		
Výrobní číslo	CAT0444F2ECBXE03145		Název	CAT HYDO ADVANCED		
Strojní uzel			Specifikace DIN			
Množství provozní náplně	40 l		Specifikace ISO			
Doba provozu od posl. výměny			Specifikace SAE			
Doba provozu celkem			Jiná specifikace			
V průběhu provozu doplněno			Místo odběru	nádrž		
			Dodal:			
			Datum převzetí			
			navážka fitru (ml)			
			Datum vypracování	29.11.2019		
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm²/s	ČSN EN ISO 3104	37,8	42	46,2	41,91
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1	1,3	nestanoveno
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,0089
MPC	mg/100cm³	ČSN 65 6220		30	40	5,5
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406/99		18/17/14	19/18/15	15/14/10
Kód čistoty	-	NAS 1638		9	10	6
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm (mg/kg)	metodika		10	30	1,6
obsah Cu				15	25	5,4
obsah Cr				12,5	20	8,3
obsah Sn				10	30	< 3,0
obsah Si				20	30	< 1,0
obsah Pb				12,5	20	0,8
Aditiva, degradace						hodnota
obsah S	ppm (mg/kg)	metodika				1996
obsah P						939,3
obsah Na						< 1005
obsah Zn						953,3
obsah Ca						177,8

Dbát na pravidelnou kontrolu stavu hydraulické kapaliny.

DOPORUČENÍ -

Příloha H – Laboratorní protokol výsledků z druhého rozboru CAT 444F2

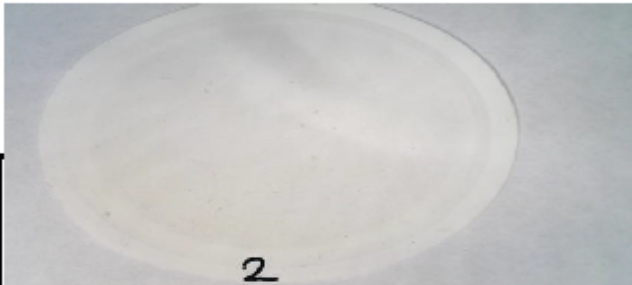


<div></div>			VZOREK			
			Číslo			
			Typ oleje		Hydraulický	
			Název		CAT HYDO ADVANCED	
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ			Specifikace DIN			
Název	Caterpillar		Specifikace ISO			
Typ-číslo stroje	432F2		Specifikace SAE			
výrobní číslo	CAT0432F2KCNIUX1157		Jiná specifikace			
Strojní uzel			Místo odběru		nádrž	
Množství provozní náplně	40 l		Dodal:			
Doba provozu od posl. výměny			Datum převzetí			
Doba provozu celkem			navážka fitru (ml)			
V průběhu provozu doplněno			Datum vypracování		15.3.2020	
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm²/s	ČSN EN ISO 3104	37,8	42	50,6	40,96
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1	1,3	nestanoveno
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,0047
MPC	mg/100cm³	ČSN 65 6220		30	40	32,3
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406/99		18/17/14	19/18/15	18/17/15
Kód čistoty	-	NAS 1638		9	10	10
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm (mg/kg)	metodika		10	30	11,8
obsah Cu				15	25	5,8
obsah Cr				12,5	20	9,2
obsah Sn				10	30	< 3,0
obsah Si				20	30	98,6
obsah Pb				12,5	20	1,2
Aditiva, degradace						hodnota
obsah S	ppm (mg/kg)	metodika				1937
obsah P						850,3
obsah Na						< 1005
obsah Zn						846,3
obsah Ca						195,2

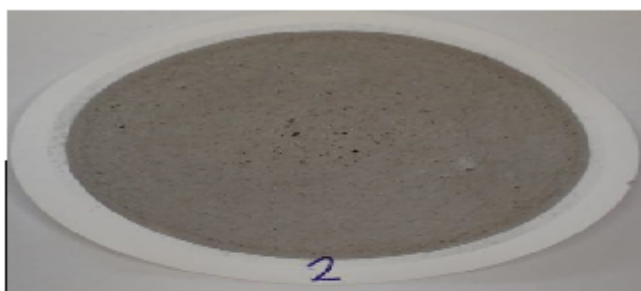
Provést výměnu oleje, proplach hydraulické soustavy a sledovat stav hydraulické kapaliny.

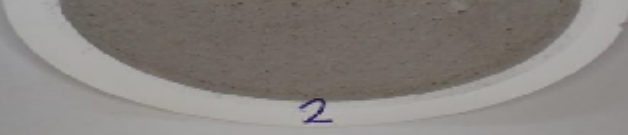
DOPORUČENÍ -

Příloha I – Laboratorní protokol výsledků z prvního rozboru CAT 432F2

			VZOREK			
			Číslo			
			Typ oleje		Hydraulický	
			Název			
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ			Specifikace DIN			
Název	Caterpillar		Specifikace ISO			
Typ-číslo stroje	432F2		Specifikace SAE			
Výrobní číslo	CAT0432F2KCNIUX1157		Jiná specifikace			
Strojní uzel			Místo odběru		nádrž	
Množství provozní náplně	40 l		Dodal:			
Doba provozu od posl. výměny			Datum převzetí			
Doba provozu celkem			navážka fitru (ml)			
V průběhu provozu doplněno			Datum vypracování		29.11.2019	
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm²/s	ČSN EN ISO 3104	37,8	42	46,2	39,6
TAN (č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1	1,3	nestanoveno
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,0103
MPC	mg/100cm³	ČSN 65 6220		30	40	5,2
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406/99		18/17/14	19/18/15	18/17/15
Kód čistoty	-	NAS 1638		9	10	9
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm (mg/kg)	metodika		10	30	55,4
obsah Cu				15	25	10,2
obsah Cr				12,5	20	19,6
obsah Sn				10	30	< 3,0
obsah Si				20	30	264,4
obsah Pb				12,5	20	0,8
Aditiva, degradace						hodnota
obsah S	ppm (mg/kg)	metodika				2488
obsah P						1061
obsah Na						< 1005
obsah Zn						1012
obsah Ca						316,7
<p>Provést výměnu hydraulické kapaliny, provést proplachnutí soustavy a dbát na čistotu hydraulické nádrže.</p>						
<p>DOPORUČENÍ -</p>						

Příloha J – Laboratorní protokol výsledků z druhého rozboru CAT 432F2

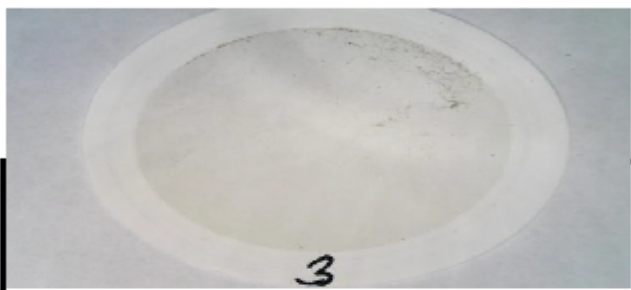


<div></div>			VZOREK			
			Číslo			
			Typ oleje		Hydraulický	
			Název		CAT HYDO ADVANCED	
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ			Specifikace DIN			
Název	Caterpillar		Specifikace ISO			
Typ-číslo stroje	432F2		Specifikace SAE			
výrobní číslo	CAT0432F2KCNIUX1157		Jiná specifikace			
Strojní uzel			Místo odběru		nádrž	
Množství provozní náplně	40 l		Dodal:			
Doba provozu od posl. výměny			Datum převzetí			
Doba provozu celkem			navážka fitru (ml)			
V průběhu provozu doplněno			Datum vypracování		15.3.2020	
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm²/s	ČSN EN ISO 3104	37,8	42	50,6	40,96
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1	1,3	nestanoveno
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,0047
MPC	mg/100cm³	ČSN 65 6220		30	40	32,3
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406/99		18/17/14	19/18/15	18/17/15
Kód čistoty	-	NAS 1638		9	10	10
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm (mg/kg)	metodika		10	30	11,8
obsah Cu				15	25	5,8
obsah Cr				12,5	20	9,2
obsah Sn				10	30	< 3,0
obsah Si				20	30	98,6
obsah Pb				12,5	20	1,2
Aditiva, degradace						hodnota
obsah S	ppm (mg/kg)	metodika				1937
obsah P						850,3
obsah Na						< 1005
obsah Zn						846,3
obsah Ca						195,2

Provést výměnu oleje, proplach hydraulické soustavy a sledovat stav hydraulické kapaliny.

DOPORUČENÍ -

Příloha K – Laboratorní protokol výsledků z prvního rozboru CAT 432E



VZOREK			
Číslo			
Typ oleje	Hydraulický		
Název	CAT HYDO ADVANCED		

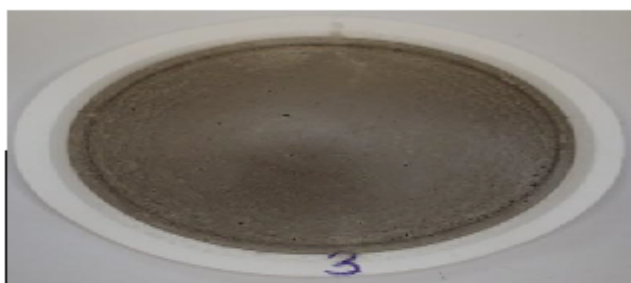
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ			
Název	Caterpillar		
Typ-číslo stroje	432E		
výrobní číslo	CAT0432ECBXE02914		
Strojní uzel			
Množství provozní náplně	40 l		
Doba provozu od posl. výměny			
Doba provozu celkem			
V průběhu provozu doplněno			
Specifikace DIN			
Specifikace ISO			
Specifikace SAE			
jiná specifikace			
Místo odběru		nádrž	
Dodal:			
Datum převzetí			
navážka fitru (ml)			
Datum vypracování		29.11.2019	

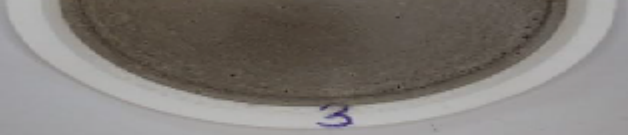
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm²/s	ČSN EN ISO 3104	37,8		46,2	39,6
TAN (č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1	1,3	nestanoveno
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,0103
MPC	mg/100cm³	ČSN 65 6220		30	40	5,2
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406/99		18/17/14	19/18/15	18/17/15
Kód čistoty	-	NAS 1638		9	10	9
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm (mg/kg)	metodika		10	30	55,4
obsah Cu				15	25	10,2
obsah Cr				12,5	20	19,6
obsah Sn				10	30	< 3,0
obsah Si				20	30	264,4
obsah Pb				12,5	20	0,8
Aditiva, degradace						hodnota
obsah S	ppm (mg/kg)	metodika			2488	
obsah P					1061	
obsah Na					< 1005	
obsah Zn					1012	
obsah Ca					316,7	

Provést výměnu hydraulické náplně, a dbát na čistotu hydraulické nádrže.

DOPORUČENÍ -

Příloha L – Laboratorní protokol výsledků z druhého rozboru CAT 432E

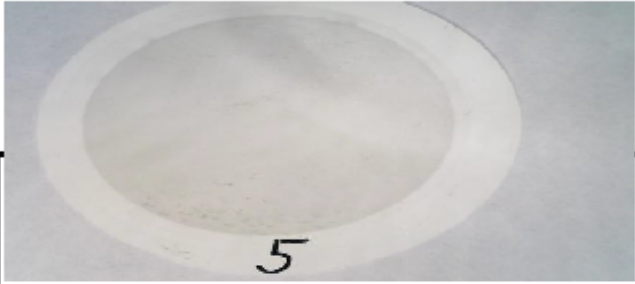


			VZOREK			
			Číslo			
			Typ oleje		Hydraulický	
			Název		CAT HYDO ADVANCED	
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ			Specifikace DIN			
Název	Caterpillar		Specifikace ISO			
Typ-číslo stroje	432E		Specifikace SAE			
výrobní číslo	CAT0432ECBXE02914		jiná specifikace			
Strojní uzel			Místo odběru		nádrž	
Množství provozní náplně	40 l		Dodal:			
Doba provozu od posl. výměny			Datum převzetí			
Doba provozu celkem			navážka fitru (ml)			
V průběhu provozu doplněno			Datum vypracování		15.3.2020	
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm²/s	ČSN EN ISO 3104	37,8	42	46,2	41,4
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1	1,3	nestanoveno
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,0102
MPC	mg/100cm³	ČSN 65 6220		30	40	55,1
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406/99		18/17/14	19/18/15	18/18/16
Kód čistoty	-	NAS 1638		9	10	11
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm (mg/kg)	metodika		10	30	24,1
obsah Cu				15	25	6,4
obsah Cr				12,5	20	11
obsah Sn				10	30	< 3,0
obsah Si				20	30	131,4
obsah Pb				12,5	20	0,6
Aditiva, degradace						hodnota
obsah S	ppm (mg/kg)	metodika				1646
obsah P						690,8
obsah Na						< 1005
obsah Zn						1646
obsah Ca						690,8

Provést výměnu hydraulické kapaliny, provést proplachnutí hydraulické soustavy a dbát na čistotu.

DOPORUČENÍ -


Příloha M – Laboratorní protokol výsledků z prvního rozboru New Holland LB 110 B+C

			VZOREK			
			Číslo			
			Typ oleje		Hydraulický	
			Název			
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ			Specifikace DIN			
Název	NEW HOLLAND		Specifikace ISO			
Typ-číslo stroje	LB110B+C		Specifikace SAE			
Výrobní číslo	NHB110BRIKW/XHN0578		Jiná specifikace			
Strojní uzel			Místo odběru		nádrž	
Množství provozní náplně	45 l		Dodal:			
Doba provozu od posl. výměny			Datum převzetí			
Doba provozu celkem			navážka fitru (ml)			
V průběhu provozu doplněno			Datum vypracování		29.11.2019	
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm²/s	ČSN EN ISO 3104	40,96	46	50,51	43
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1	1,3	nestanoveno
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,0133
MPC	mg/100cm³	ČSN 65 6220		30	40	5,9
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406/99		18/17/14	19/18/15	15/14/12
Kód čistoty	-	NAS 1638		9	10	8
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm	metodika		10	30	22,2
obsah Cu	(mg/kg)			15	25	14,3
obsah Cr				12,5	20	11
obsah Sn				10	30	< 3,0
obsah Si				20	30	14,3
obsah Pb				12,5	20	0,6
Aditiva, degradace						hodnota
obsah S	ppm	metodika				5453
obsah P	(mg/kg)					690,8
obsah Na						< 1005
obsah Zn						651,6
obsah Ca						678,3

Provádět pravidelnou údržbu hydraulické kapaliny.

DOPORUČENÍ -

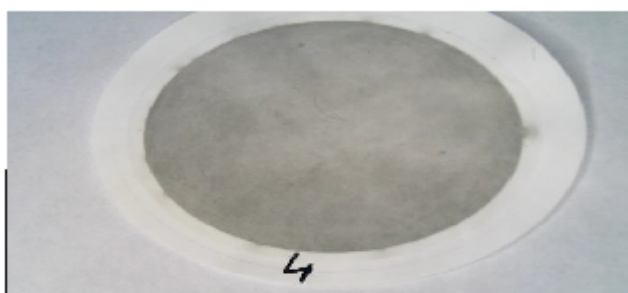
Příloha N – Laboratorní protokol výsledků z druhého rozboru New Holland LB 110B+C

			VZOREK			
			Číslo			
			Typ oleje		Hydraulický	
			Název			
STROJNÍ ZARÍZENÍ			Specifikace DIN			
Název	NEW HOLLAND		Specifikace ISO			
Typ-číslo stroje	LB110B+C		Specifikace SAE			
Výrobní číslo	NHB110BRIKWXHR0578		Jiná specifikace			
Strojní uzel			Místo odběru		nádrž	
Množství provozní náplně	45 l		Dodal:			
Doba provozu od posl. výměny			Datum převzetí			
Doba provozu celkem			navážka fitru (ml)			
V průběhu provozu doplněno			Datum vypracování		15.3.2020	
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm²/s	ČSN EN ISO 3104	40,96	45,92	50,51	44,59
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1	1,3	nestanoveno
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,0126
MPC	mg/100cm³	ČSN 65 6220		30	40	12,8
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406/99		18/17/14	19/18/15	18/17/15
Kód čistoty	-	NAS 1638		9	10	9
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm (mg/kg)	metodika		10	30	8,9
obsah Cu				15	25	6,6
obsah Cr				12,5	20	6
obsah Sn				10	30	< 3,0
obsah Si				20	30	17
obsah Pb				12,5	20	0,3
Aditiva, degradace						hodnota
obsah S	ppm (mg/kg)	metodika				3029
obsah P						397,3
obsah Na						< 1005
obsah Zn						374,5
obsah Ca						299,6

Provést pravidelnou výměnu oleje.

DOPORUČENÍ -

Příloha O – Laboratorní protokol výsledků z prvního rozboru New Holland LB 110B

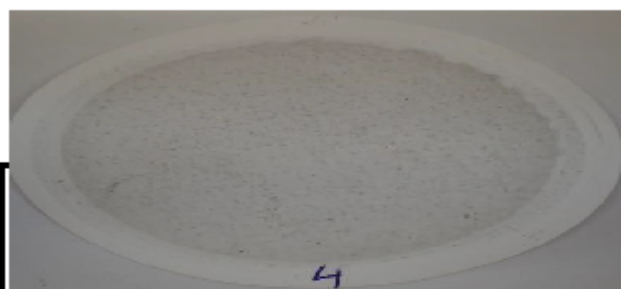



VZOREK						
Číslo						
Typ oleje			Hydraulický			
Název			Ambra Hydrosystem 46 HV			
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ			Specifikace DIN			
Název	NEW HOLLAND		Specifikace ISO			
Typ-číslo stroje	LB110B		Specifikace SAE			
výrobní číslo	NHB110BRIKWXHN0578		Jiná specifikace			
Strojní uzel			Místo odběru		nádrž	
Množství provozní náplně	45 l		Dodal:			
Doba provozu od posl. výměny			Datum převzetí			
Doba provozu celkem			navážka fitru (ml)			
V průběhu provozu doplněno			Datum vypracování		29.11.2019	
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm²/s	ČSN EN ISO 3104	40,96	45,92	50,5	43
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1	1,3	nestanoveno
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,0115
MPC	mg/100cm³	ČSN 65 6220		30	40	21,4
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406/99		18/17/14	19/18/15	.13/12/10
Kód čistoty	-	NAS 1638		9	10	5
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm (mg/kg)	metodika		10	30	27,7
obsah Cu				15	25	8,3
obsah Cr				12,5	20	13,3
obsah Sn				10	30	< 3,0
obsah Si				20	30	9,5
obsah Pb				12,5	20	0,5
Aditiva, degradace						hodnota
obsah S	ppm (mg/kg)	metodika				5123
obsah P						627,8
obsah Na						< 1005
obsah Zn						578,1
obsah Ca						475,4

Dbát na čistotu a pravidelnou údržbu hydraulického systému.

DOPORUČENÍ -

Příloha P – Laboratorní protokol výsledků z druhého rozboru New Holland LB 110B

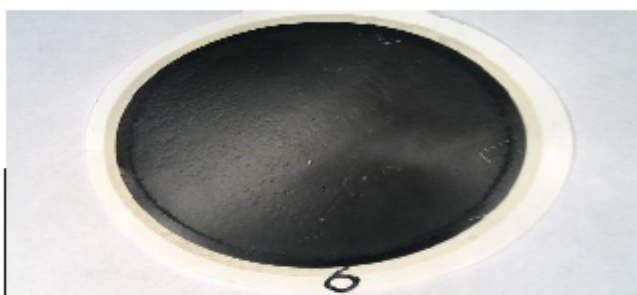


			VZOREK			
			Číslo			
			Typ oleje		Hydraulický	
			Název		Ambra Hydrosystem 46 HV	
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ			Specifikace DIN			
Název	NEW HOLLAND		Specifikace ISO			
Typ-číslo stroje	LB110B		Specifikace SAE			
výrobní číslo	NHB110BRIKW578		Jiná specifikace			
Strojní uzel			Místo odběru		nádrž	
Množství provozní náplně	45 l		Dodal:			
Doba provozu od posl. výměny			Datum převzetí			
Doba provozu celkem			navážka fitru (ml)			
V průběhu provozu doplněno			Datum vypracování		15.3.2020	
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm²/s	ČSN EN ISO 3104	40,96	45,92	50,5	45,81
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1	1,3	nestanoveno
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,1612
MPC	mg/100cm³	ČSN 65 6220		30	40	41,5
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406/99		18/17/14	19/18/15	18/17/15
Kód čistoty	-	NAS 1638		9	10	9
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm (mg/kg)	metodika		10	30	22,1
obsah Cu				15	25	4,1
obsah Cr				12,5	20	7,4
obsah Sn				10	30	< 3,0
obsah Si				20	30	406,9
obsah Pb				12,5	20	0,3
Aditiva, degradace			hodnota			
obsah S	ppm (mg/kg)	metodika				22,1
obsah P						4,1
obsah Na						< 1005
obsah Zn						355,8
obsah Ca						243,5

Nutno provést výměnu hydraulického oleje. Vysoký obsah vody, zamyslet se nad přítomností vody v oleji.
Nutno provést proplachnutí hydraulické soustavy.

DOPORUČENÍ -

Příloha Q – Laboratorní protokol výsledků z prvního rozboru MAN TGS 35.480



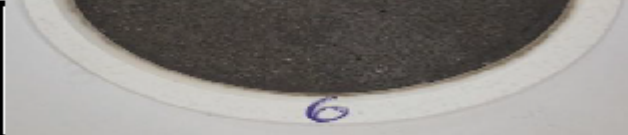
6

Nutno provést výměnu hydraulické náplně, provést prolach hydraulického systému.

DOPORUČENÍ -

Příloha R – Laboratorní protokol výsledků z druhého rozboru MAN TGS 35.480



			VZOREK			
			Číslo			
			Typ oleje		Hydraulický	
			Název		Paramo OT-HP3	
STROJNÍ ZARÍZENÍ			Specifikace DIN			
Název	MAN		Specifikace ISO			
Typ-číslo stroje	TGS 8x4		Specifikace SAE			
výrobní číslo	WMA35XZZAB0105006		Jiná specifikace			
Strojní uzel			Místo odběru		nádrž	
Množství provozní náplně	50L		Dodal:			
Doba provozu od posl. výměny			Datum převzetí			
Doba provozu celkem			navážka fitru (ml)			
V průběhu provozu doplněno			Datum vypracování		15.3.2020	
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm²/s	ČSN EN ISO 3104	28,8	32	35,2	34,06
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1	1,3	nestanoveno
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,1033
MPC	mg/100cm³	ČSN 65 6220		30	40	70
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406/99		18/17/14	19/18/15	-
Kód čistoty	-	NAS 1638		9	10	-
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm (mg/kg)	metodika		10	30	132,4
obsah Cu				15	25	3,7
obsah Cr				12,5	20	7,3
obsah Sn				10	30	< 3,0
obsah Si				20	30	369,1
obsah Pb				12,5	20	0,2
Aditiva, degradace					hodnota	
obsah S	ppm (mg/kg)	metodika				2890
obsah P						282,5
obsah Na						< 1005
obsah Zn						248,3
obsah Ca						144,9

Dbát na těsnost uzávěru hydraulické nádrže. Nutno provést výměnu hydraulické kapaliny. Provést proplachnutí hydraulického systému.

DOPORUČENÍ -